1934 № 2

ДОКЛАДЫ
АКАДЕМИИ НАУК СССР

IMPERIAL MYCOLOGIC INSTITUTE 16 FEB. 1934

COMPTES RENDUS
DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES DE L'URSS

НОВАЯ СЕРИЯ — NOUVELLE SÉRIE

Том I — Volume I

ОГЛАВЛЕНИЕ — SOMMAIRE

	стр.
Акад. **Я. М. Виноградов.** Новые асимптотические выражения	49
В. Д. Купрадзе. О принципе излучения А. Зоммерфельда	52
В. Крат. О распределении яркости на дисках затменных переменных звезд	59
Н. Н. Андреев. О возможности видеть броуновское движение невооруженным глазом	62
Г. В. Челинцев, И. Л. Кнунянц и З. В. Беневоленская. Строение и синтез новых антималярийных веществ. Строение „Атебрина"	63
А. Харит и П. Федоров. К вопросу об окислительно-восстановительных процессах при мышечной работе	68
А. Студитский. О потенциях надкостницы первичного и вторичного окостенения по данным культур на аллантоисе	74
А. А. Прокофьева. Исследование морфологии хромозом некоторых рыб и амфибий	80
С. В. Солдатенков и М. Г. Кубли. Влияние этилового спирта на созревание томат	85
Е. Ф. Гурьянова. Фауна ракообразных Карского моря и пути проникновения морской атлантической фауны в Арктику	91

	PAG
I. Vinogragow, Member of the Academy. New asymptotical expressions	51
V. Kupradze. Über das „Ausstrahlungsprinzip" von A. Sommerfeld	55
W. Krat. On darkening at the limb in eclipsing binaries	61
N. N. Andrejev. Über die Beobachtung der Brownschen Bewegung mit unbewaffnetem Auge	62
G. Čelincev, I. Knunjanc, and Z. Benevolenskaja. The structure and synthesis of new antimalarial substances the structure of „Atebrin"	65
A. Charit and I. Fedorov. Von den im Verlauf der Muskelarbeit sich abspielenden Oxydations-Reductionsprozessen	71
A. Studitskij. On the potencies possessed by the periosteum of primary and secondary ossification according to the data obtained by the cultivation of periosteal grafts on the allantois	77
A. Prokofjeva. Investigation on the chromosome morphology of some Pisces and Amphibia	84
S. Soldatenkov and M. Cubli. The effect of ethyl alcohol on the ripening of tomatoes	88
E. Gurjanova. The Crustacea of the Kara Sea and the ways of the penetration of marine Atlantic fauna into the Arctic	95

ИЗДАТЕЛЬСТВО АКАДЕМИИ НАУК СССР
ЛЕНИНГРАД — LENINGRAD

ПРАВИЛА ДЛЯ АВТОРОВ

1. В „Докладах" помещаются предварительные сообщения или статьи-конспекты научных работников СССР, содержащие в краткой форме наиболее существенные результаты их работы в области математики, естествознания и теоретической техники.

2. Объем статьи не должен превышать 10 000 печ. знаков.

3. Статьи направляются для напечатания в „Докладах" или непосредственно в редакцию, или через действительных членов Академии Наук.

4. Статьи принимаются для напечатания по отзыву членов Редакционной коллегии или действительных членов Академии Наук по специальности.

5. Каждая статья печатается на русском и на одном из иностранных языков, французском, английском или немецком. Автор должен представить вместе с русским текстом статьи ее перевод или резюме на одном из указанных иностранных языков.

6. Объем перевода не должен превышать 10 000 печ. знаков, резюме — не более 3 000 печ. знаков.

7. Цитируемая литература должна быть автором указываема не в подстрочных примечаниях, а в конце статьи общим списком с обозначением в тексте статьи порядковой цифрой ссылки на цитируемую работу.

8. В конце статьи автором должно быть обозначено на русском и иностранном языках название и местонахождение научного учреждения, в котором произведена работа.

9. Иллюстрации в „Докладах" помещаются лишь в исключительных случаях.

10. Статьи должны быть доставляемы в совершенно готовом к печати виде (переписанными на машинке на одной стороне листа, через два переката).

11. В виду срочности издания корректуры статей авторам не посылаются.

12. Автор получает бесплатно 50 отдельных оттисков своей статьи.

Редакционная Коллегия просит действительных членов Академии Наук при направлении статей в „Доклады" для напечатания указывать на статьях дату их получения от авторов.

Напечатано по распоряжению Академии Наук СССР
11 января 1934 г.

Непременный секретарь академик *В. Волгин*

Редакционная коллегия: академик А. А. Борисяк
академик С. И. Вавилов
академик А. А. Рихтер

Ответственный редактор академик-секретарь ОМЕН А. А. Борисяк

Редактор издания И. М. Эйзен. — Ученый корректор М. И. Стеблин-Каменский

Сдано в набор 20 декабря 1933 г. — Подписано к печати 4 января 1934 г.

48 стр. (49—96)

Формат бум. 72 × 110 см. — 3 печ. л. — 51 840 печ. зн. в л. Тираж 3000

Ленгорлит № 17097. — АНИ № 5. — Заказ № 2287

Типография Академии Наук СССР. В. О., 9 линия, 12

Доклады Академии Наук СССР 1934
Comptes Rendus de l'Académie des Sciences de l'URSS

МАТЕМАТИКА

И. М. ВИНОГРАДОВ

НОВЫЕ АСИМПТОТИЧЕСКИЕ ВЫРАЖЕНИЯ

§ 1. Обозначения. p простое нечетное; сравнения, модуль которых не указан, относятся к модулю p. Буквы U, V, W обозначают целые числа, лежащие между 0 и p. Если x целое, не делящееся на p, то x' определяется сравнением

$$xx' \equiv 1.$$

θ число, модуль которого не больше 1.

$$r = e^{\frac{2\pi i}{p}}; \qquad \rho = e^{\frac{2\pi i}{p-1}}; \qquad \rho^{a \operatorname{ind} s} = 0, \text{ если } s \text{ кратно } p.$$

§ 2. Вспомогательные неравенства.* 1. Если a и b целые, одновременно не делящиеся на p, s положительное целое и n общий наибольший делитель чисел s и $p-1$, то

$$\left| \sum_{x=1}^{p-1} r^{ax^s + bx} \right| < \delta; \quad \delta = \begin{cases} s^{\frac{1}{4}} p^{\frac{7}{8}}, \text{ если } 1 < n < p-1 \\ 1,\ 2 s^{\frac{1}{4}} p^{\frac{3}{4}}, \text{ если } n = 1. \end{cases}$$

2. Если h не делится на p и a и b одновременно не делятся на p, то

$$\left| \sum_{x=1}^{u} \rho^{a \operatorname{ind} x + b \operatorname{ind} (x+h)} \right| < 2 p^{\frac{15}{16}} \lg p.$$

§ 3. Распределение решений двучленного сравнения. Обозначая буквою T число решений сравнения

$$\xi x^s \equiv k$$

с условием, что ξ и x находятся среди чисел

$$\xi = 1, 2, \ldots, U; \quad x = 1, 2, \ldots, V,$$

имеем

$$T = \frac{1}{p^2} \sum_{m=0}^{p-1} \sum_{n=0}^{p-1} \sum_{\xi=1}^{p-1} \sum_{u=1}^{U} \sum_{v=1}^{V} r^{m(k(x^s)' - u) + n(x - v)}.$$

* Первое доказано в работе „О некоторых тригонометрических суммах и их приложениях", ДАН, 1933, новая серия. № 6. Второе доказано в работе „Новые приложения тригонометрических сумм", ДАН, 1934, № 1.

Часть этой суммы, отвечающая случаю $m=n=0$, равна

$$\frac{p-1}{p^2}UV=\frac{UV}{p}-\theta_1.$$

Модуль суммы членов с $m=0$, $n>0$ будет не больше

$$\frac{U}{p^2}\delta\sum_{n=1}^{p-1}\frac{1}{\sin\pi\frac{n}{p}}<\frac{U\delta}{p^2}p\lg p<\delta\lg p.$$

Точно также модуль суммы членов с $m>0$, $n=0$ будет не больше

$$\delta\lg p.$$

Наконец, модуль суммы оставшихся членов будет не больше

$$\frac{\delta}{p^2}\sum_{m=1}^{p-1}\frac{1}{\sin\pi\frac{m}{p}}\sum_{n=1}^{p-1}\frac{1}{\sin\pi\frac{n}{p}}<\delta(\lg p)^2.$$

Собирая все доказанное, имеем:

$$T=\frac{UV}{p}+R,$$

где

$$|R|<1+\delta((\lg p)^2+2\lg p)<2\delta(\lg p)^2$$

$$|R|<\begin{cases}2s^{\frac{1}{4}}p^{\frac{7}{8}}(\lg p)^2, & \text{если } 1<n<p-1\\ 3s^{\frac{1}{4}}p^{\frac{3}{4}}(\lg p)^2, & \text{если } n=1\end{cases}$$

§ 4. Распределение индексов. Обозначая буквою h целое не делящееся на p и буквою T число случаев, когда x, $\operatorname{ind}x$ и $\operatorname{ind}(x+h)$ одновременно находятся среди чисел $x=1, 2, \ldots, U$; $\operatorname{ind}x=1, 2, \ldots, V$; $\operatorname{ind}(x+h)=1, 2, \ldots, W$, имеем:

$$T=\frac{1}{(p-1)^2}\sum_{m=0}^{p-2}\sum_{n=0}^{p-2}\sum_{x=1}^{U}\sum_{v=1}^{V}\sum_{w=1}^{W}\rho^{m(\operatorname{ind}x-v)+n(\operatorname{ind}(x+h)-w)}$$

Часть этой суммы, отвечающая случаю $m=n=0$, равна

$$\frac{UVW}{(p-1)^2}.$$

Модуль же оставшейся части будет меньше

$$\frac{1}{(p-1)^2}2p^{\frac{15}{16}}\lg p(V+(p-1)\lg(p-1))(W+(p-1)\lg(p-1))<4p^{\frac{15}{16}}(\lg p)^3.$$

Отсюда имеем:

$$T=\frac{UVW}{(p-1)^2}+\theta 4p^{\frac{15}{16}}(\lg p)^3.$$

Замечание. В заключение воспользуемся случаем дополнить результат одной из моих предыдущих работ, относящихся к верхней границе для наименьшего положительного x, при котором оба числа x и $x+1$ квадратичные вычеты или невычеты.

Элементарные соображения показывают, что в качестве такой границы можно взять 9, если x и $x+1$ оба вычеты, $p^{\frac{1}{2\sqrt{e}}}(\lg p)^2$, если x вычет и $x+1$ невычет или же x невычет и $x+1$ вычет, $\sqrt{p}\,(\lg p)^2$, если x и $x+1$ оба невычеты.

Физико-математический институт Академии Наук им. В. А. Стеклова. Ленинград.

Поступило 19 XII 1933.

MATHEMATICS

NEW ASYMPTOTICAL EXPRESSIONS

By I. VINOGRADOW, Member of the Academy

SUMMARY

1. For the number T of solutions of the congruence

$$\xi x^s \equiv k \pmod p,$$

where

$$1 \leqq \xi \leqq U, \quad 1 \leqq x \leqq V, \quad U < p, \quad V < p$$

and n is the greatest common divisor of s and $p-1$, we have:

$$T = \frac{UV}{p} + R,$$

$$|R| < \begin{cases} 2s^{\frac{1}{4}}p^{\frac{7}{8}}(\lg p)^2, \text{ if } 1 < n < p-1 \\ 3s^{\frac{1}{4}}p^{\frac{2}{4}}(\lg p)^2, \text{ if } n = 1 \end{cases}$$

2. For the number T of cases when x, $\operatorname{ind} x$, and $\operatorname{ind}(x+h)$ simultaneously satisfy the conditions:

$$1 \leqq x \leqq U; \quad 1 \leqq \operatorname{ind} x \leqq V; \quad 1 \leqq \operatorname{ind}(x+h) \leqq W,$$

where h is not divisible by p, and

$$U < p, \quad V < p, \quad W < p,$$

we have

$$T = \frac{UVW}{(p-1)^2} + 94p^{\frac{15}{16}}(\lg p)^3.$$

V. Steklov Physico-Mathematical Institute of the Academy of Sciences. Leningrad.

Received 19. XII. 1933.

Доклады Академии Наук СССР 1934

Comptes Rendus de l'Académie des Sciences de l'URSS

МАТЕМАТИКА

В. Д. КУПРАДЗЕ

О „ПРИНЦИПЕ ИЗЛУЧЕНИЯ" А. ЗОММЕРФЕЛЬДА

(Представлено академиком И. Н. Виноградовым 16 XII 1933)

Известно, что решение уравнения вынужденных колебаний

$$\frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} + k^2 u = f(x, y) \qquad [1]$$

в области — простирающейся на бесконечность, заданием сингулярности и условием уничтожения на бесконечности, однозначно не определяется, так как бесконечная область допускает собственные колебания для непрерывного спектра значений k.

В 1912 г. в работе „Die Greensche Funktion der Schwingungsgleichung" *, исходя из физических соображений, A. Sommerfeld указал, что если искать решения, которые удовлетворяют условиям:

$$\lim_{r \to \infty} r\left(\frac{\partial u}{\partial n} + ik\frac{\partial r}{\partial n}u\right) = 0, \qquad [2]$$

$$\sqrt{r}\, u = \text{конечной величине}, ** \qquad [3]$$

$$u \text{ или } \frac{\partial u}{\partial n} = 0 \text{ на } (\sigma), \qquad [4]$$

где (σ) простой контур изнутри ограничивающий рассматриваемую бесконечную область, r расстояние от фиксированной точки вне (σ) до точки на контуре Σ, ограничивающей извне рассматриваемую область и $\frac{\partial r}{\partial n} = \cos(r, n)$ косинус угла между r и внешней к Σ нормалью, то при задании сингулярности этого решения, оно будет определено единственным образом.

Это заключение очевидно равносильно утверждению, что при условии [2], [3], [4] и условии регулярности всюду — колебательное уравнение

$$\Delta u + k^2 u = 0$$

имеет только нулевое решение.

Таким образом вопросы, связанные с доказательством единственности в задачах, приводящих к рассмотрению колебательного уравнения в бесконечных областях, ближайшим образом связаны с условием [2], которое Sommerfeld'ом названо „условием излучения" („Ausstrahlungsbedingung").

Целью настоящей работы является дать доказательство этого важного предложения, остающегося до сих пор, насколько нам известно, без математического доказательства.

Теорема. Решение волнового уравнения

$$\frac{\partial^2 u_1}{\partial t^2} = c^2 \Delta u_1$$

вида

$$e^{-int}\, u\,(x, y),$$

* Jahresbericht d. Deutsch. Mathem.-Vereinigung, Bd 21, 309—353.

** Ниже будет показано, что это условие является лишним при условии [2].

где $u(x, y)$ есть решение колебательного уравнения:

$$\Delta u + k^2 u = 0 \left(k = \frac{n}{c}\right),$$

удовлетворяющее на бесконечности условию [2], и на (σ) одному из условий [4] при вещественных k, может быть только тождественным нулем.

Докажем предварительно лемму:

Решение уравнения $\Delta u + k^2 u = 0$, удовлетворяющего условиям:

$$\lim_{r \to \infty} r \left(\frac{\partial u}{\partial n} + iku \frac{\partial r}{\partial n}\right) = 0 \qquad [2]$$

$$\lim_{r \to \infty} \int (\sqrt{r}\, u)^2 \, d\psi = 0 \qquad [5]$$

есть тождественный нуль.

В самом деле, пишем искомое решение в виде:

$$u = \sum_{n=0}^{\infty} H_n^{(2)}(kr)(a_n \sin n\vartheta + b_n \cos n\vartheta), \qquad [6]$$

где $H_n^{(2)}(kr)$ функция Hankel'я 2-го рода.

Для больших r имеем:

$$u = \sum_{n=0}^{\infty} \sqrt{\frac{2}{\pi kr}} \frac{e^{-i\left(kr - \frac{n\pi}{2} - \frac{\pi}{4}\right)}}{\Gamma\left(n + \frac{1}{2}\right)} \left\{ \sum_{s=0}^{p-1} \binom{n - \frac{1}{2}}{s} \Gamma\left(n + s + \frac{1}{2}\right) \left(-\frac{i}{2kr}\right)^s + \right. \qquad [7]$$

$$\left. + 0\left(|kr|^{-p}\right) \right\} \cdot (a_n \sin n\vartheta + b_n \cos n\vartheta);$$

отсюда

$$\sqrt{r}\, u = \sum_{n=0}^{\infty} \left[A + B \cdot 0\left(\frac{1}{|kr|}\right) \right] (a_n \sin n\vartheta + b_n \cos n\vartheta),$$

где A и B постоянные и ограниченные числа.

Отсюда, пользуясь [5] и теоремой Parseval'я, получим:

$$a_n = 0, \qquad b_n = 0, \qquad (n = 0, 1, 2 \ldots)$$

т. е.

$$u = 0.$$

Составим существенно положительную форму

$$E = \frac{1}{2}\left[\left(\frac{\partial u_1}{\partial x}\right)^2 + \left(\frac{\partial u_1}{\partial y}\right)^2 + c\,\frac{1}{2}\left(\frac{\partial u_1}{\partial t}\right)^2\right], \qquad [8]$$

где

$$u_1 = \Re(e^{-int} u).$$

По физической аналогии назовем E для краткости квази-энергией. Определим вектор потока квази энергии из условия

$$\iint_{\Omega} \frac{\partial E}{\partial t} \, d\omega = \int_{\sigma} P \cdot \bar{n} \, d\sigma$$

где Ω область между (σ) и (Σ) а $\bar{n}$ орт нормали.

Но

$$\frac{\partial E}{\partial t} = \operatorname{grad} \frac{\partial u_1}{\partial t} \operatorname{grad} u_1 + \frac{\partial u_1}{\partial t} \Delta u_1 = \operatorname{div}\left[\frac{\partial u_1}{\partial t} \operatorname{grad} u_1\right].$$

По формуле Gauss'a

$$\iint_{\Omega} \operatorname{div}\left[\frac{\partial u_1}{\partial t}\operatorname{grad} u_1\right] d\omega = -\int_{\sigma}\left[\frac{\partial u_1}{\partial t}\operatorname{grad} u_1\right]\cdot \overline{n}\, d\sigma,$$

откуда

$$P = -\frac{\partial u_1}{\partial t}\operatorname{grad} u_1. \qquad [9]$$

Пусть

$$u = \varphi + i\psi, \qquad [10]$$

тогда $u_1 = \varphi\cos nt + \psi \sin nt$, и $P = n\,(\varphi \sin nt - \psi\cos nt)\,(\cos nt \operatorname{grad}\varphi + \sin nt \operatorname{grad}\psi)$, следовательно

$$P\cdot\overline{n} = n\,(\varphi\sin nt - \psi\cos nt)\left(\frac{\partial\varphi}{\partial n}\cos nt + \frac{\partial\psi}{\partial n}\sin nt\right). \qquad [11]$$

В силу [10] условие [2] принимает следующий вид:

$$\lim_{r\to\infty}\sqrt{r}\left(\frac{\partial\varphi}{\partial n} - k\psi\frac{\partial r}{\partial n}\right) = 0$$
$$\lim_{r\to\infty}\sqrt{r}\left(\frac{\partial\psi}{\partial n} + k\varphi\frac{\partial r}{\partial n}\right) = 0. \qquad [12]$$

Пользуясь этими соотношениями пишем:

$$P\cdot\overline{n} = -kn\,(\varphi\sin nt - \psi\cos nt)^2\left(\frac{\partial r}{\partial n}\right) + \qquad [13]$$
$$+ n\,(\varphi\sin nt - \psi\cos nt)\left[\left(\frac{\partial\varphi}{\partial n} - k\psi\frac{\partial r}{\partial n}\right)\cos nt + \left(\frac{\partial\psi}{\partial n} + k\varphi\frac{\partial r}{\partial n}\right)\sin nt\right].$$

Рассмотрим интеграл

$$\int_{(\sigma)} P\cdot\overline{n}\, d\sigma.$$

Из [11], [10] и условий [4] следует, что этот интеграл равен нулю. Следовательно, изменение квази-энергии через (σ) в область Ω или из нее не происходит.

Рассмотрим теперь интеграл по Σ, который представим в виде окружности большого радиуса:

$$\int_{(\Sigma)} P\cdot\overline{n}\, ds = -kn\int_{(\Sigma)}(\varphi\sin nt - \psi\cos nt)^2\, ds +$$
$$+ n\int_0^{2\pi}(\varphi\sin nt - \psi\cos nt)\left[\left(\frac{\partial\varphi}{\partial n} - k\psi\right)\cos nt - \left(\frac{\partial\psi}{\partial n} + k\varphi\right)\sin nt\right] r\, d\alpha.$$

Из формулы [6] следует* ограниченность интегралов

$$\int\sqrt{r}\,\varphi\, d\alpha \qquad \text{и} \qquad \int\sqrt{r}\,\psi\, d\alpha$$

при $r\to\infty$, поэтому в выражении $\int_{(\Sigma)} P\cdot\overline{n}\, ds$ то слагаемое, которое содержит $\sqrt{r}\left(\frac{\partial\varphi}{\partial n} - k\psi\right)$ и $\sqrt{r}\left(\frac{\partial\psi}{\partial n} + k\varphi\right)$, можно сделать сколь угодно малой, при достаточно большом r, и если только при этом и первое слагаемое, т. е.

$$\int_{(\Sigma)}(\varphi\sin nt - \psi\cos nt)^2\, ds = \int_0^{2\pi} r\,(\varphi\sin nt - \psi\cos nt)^2\, d\alpha,$$

* См. второе примечание на стр. 52.

не стремится к нулю, то будем иметь

$$\frac{\partial}{\partial t}\int\int_{\Omega} E d\omega < 0,$$

и E стремится $k - \infty$, что противоречит ее существенно положительной природе.

Отсюда следует, что

$$\lim_{r\to\infty}\int_0^{2\pi} r(\varphi \sin nt - \psi \cos nt)^2 d\alpha = 0,$$

и

$$\lim \int \sqrt{r}(\varphi)^2 d\alpha = 0,\ \lim \int (\sqrt{r}\,\psi)^2 d\alpha = 0,\ \lim_{r\to\infty} \int (\sqrt{r}\,u)^2 d\alpha = 0.$$

Но тогда по лемме $u \equiv 0$, и, следовательно, основная теорема доказана. В следующих сообщениях мы будем пользоваться этой теоремой при рассмотрении явлений дифракции звуковых и электромагнитных волн около произвольного контура.

Физико-математический
институт Академии Наук
им. В. А. Стеклова.
Ленинград.

Поступило
15 XII 1933.

MATHEMATIK

ÜBER DAS „AUSSTRAHLUNGSPRINZIP“ VON A. SOMMERFELD

Von V. KUPRADZE

(*Vorgelegt von I. Vinogradow, Mitglied der Akademie, d. 16. XII. 1933*)

Die Lösung der Gleichung von erzwungenen Schwingungen

$$\frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} + k^2 u = f(x,y) \qquad [1]$$

in einem unendlich ausgedehnten Gebiete wird bekanntlich durch die Forderung der Singularität und durch die Bedingung des Verschwindens in der Unendlichkeit nicht eindeutig bestimmt, da das unendliche Gebiet Eigenschwingungen für das kontinuierliche Spektrum der Bedeutungen von k zulässt.

1912 hat A. Sommerfeld in seiner Arbeit: „Die Greensche Funktion der Schwingungsgleichung“,* von physikalischen Betrachtungen ausgehend, darauf hingewiesen, dass, wenn man beim Suchen von Lösungen, welche den Bedingungen

$$\lim_{r\to\infty} r\left(\frac{\partial u}{\partial n} + ik\frac{\partial r}{\partial n}u\right) = 0, \qquad [2]$$

$$\sqrt{r}\,u = \text{einer endlichen Grösse,}** \qquad [3]$$

$$u \text{ oder } \frac{\partial u}{\partial n} = 0 \text{ auf } (\sigma) \qquad [4]$$

genügen, wo (σ) ein einfacher das betrachtete Gebiet von innen begrenzender Umriss, r — die Distanz von einem ausserhalb von (σ) festgelegten

* Jahresbericht d. Deutsch. Mathem.-Vereinigung, Bd. 21, S. 309—353.

** Aus dem weiteren wird erhellen, dass diese Bedingung bui Bedingungen [2] überflüssig ist.

Punkte bis zu einem Punkte auf Umriss Σ, welcher von aussen her das betreffende Gebiet begrenzt und $\frac{\partial r}{\partial n} = \cos(r, n)$ — der Cosinus des Winkels zwischen r und der äusseren Normalen zu Σ ist, die Forderung der Singularität besagter Lösung aufstellt, selbige auf eine einzige Weise zu bestimmen sein wird.

Dieser Schluss ist offensichtlich mit der Behauptung gleichbedeutend, dass bei Wahrung von [2], [3], [4] und unter der Bedingung von Regularität in der ganzen Ebene die Schwingungsgleichung

$$\Delta u + k^2 u = 0$$

als einzige Lösung den Nullwert aufzuweisen hat.

So ist denn der Nachweis der Eindeutigkeit in den auf die Schwingungsgleichungen in unendlichen Gebieten bezüglichen Problemen auf's engste mit Bedingung [2] verknüpft, welche von Sommerfeld „Ausstrahlungsbedingung" benannt wurde.

Vorliegende Arbeit bezweckt einen Beweis dieses wichtigen Satzes zu liefern, welcher unseres Wissens bis heutzutage ohne mathematische Begründung geblieben ist.

Hauptsatz. Eine Lösung der Wellengleichung

$$\frac{\partial^2 u}{\partial t^2} = c^2 \Delta u_1$$

von der Art

$$e^{-int} u(x, y),$$

wo $u(x, y)$ eine Lösung der Schwingungsgleichung

$$\Delta u + k^2 u = 0 \left(k = \frac{n}{c}\right)$$

ist, welche im Unendlichen der Bedingung [2] und auf (σ) einer der Bedingungen [4] genügt, bei reellen k, kann nicht anders als identisch gleich null sein.

Wir beweisen zunächst einen Hilfssatz:

Eine Lösung der Gleichung $\Delta u + k^2 u = 0$, welche den Bedingungen

$$\lim_{r \to \infty} r \left(\frac{\partial u}{\partial n} + iku \frac{\partial r}{\partial u}\right) = 0 \qquad [2]$$

$$\lim_{r \to \infty} \int (\sqrt{r}u)^2 d\psi = 0 \qquad [5]$$

genügt, ist identisch gleich Null.

Tatsächlich, schreiben wir die gesuchte Lösung in der Form:

$$u = \sum_{n=0}^{\infty} H_n^{(2)}(kr)(a_n \sin n\vartheta + b_n \cos n\vartheta), \qquad [6]$$

wo $H_n^{(2)}$ eine Hankel'sche Funktion zweiter Art ist.

Für grosse r haben wir:

$$u = \sum_{n=0}^{\infty} \sqrt{\frac{2}{\pi kr}} \frac{e^{-i\left(kr - \frac{n\pi}{2} - \frac{\pi}{4}\right)}}{\Gamma\left(n + \frac{1}{2}\right)} \left[\sum_{s=0}^{p-1} \binom{n - \frac{1}{2}}{s} \Gamma\left(n + s + \frac{1}{2}\right) \left(-\frac{i}{2kr}\right)^s + \right. \qquad [7]$$

$$\left. + O(|kr|^{-p})\right] \cdot (a_n \sin n\vartheta + b_n \cos n\vartheta);$$

daraus folgt

$$\sqrt{r}u = \sum_{n=0}^{\infty}\left[A + B\cdot O\left(\frac{1}{|kr|}\right)\right](a_n \sin n\vartheta + b_n \cos n\vartheta),$$

wo A und B konstante und begrenzte Zahlen sind.

Daraus folgt unter Benutzung von [5] und vom Parseval'schen Satze:

$$a_n = 0,\quad b_n = 0\ (n = 0, 1, 2\ldots),$$

d. i.

$$u = 0.$$

Nun bilden wir die wesentlich positive Form

$$E = \frac{1}{2}\left[\left(\frac{\partial u_1}{\partial x}\right)^2 + \left(\frac{\partial u_1}{\partial y}\right)^2 + \frac{1}{c^2}\left(\frac{\partial u_1}{\partial t}\right)^2\right], \qquad [8]$$

wo

$$u_1 = \Re\,(e^{-int}u).$$

Nach physikalischer Analogie nennen wir E der Kürze halber quasi-Energie. Wir bestimmen den Strömungsvektor der quasi-Energie aus der Bedingung

$$\int\int_{\Omega}\frac{\partial E}{\partial t}d\omega = \int_{\sigma} P\cdot\bar{n}d\sigma,$$

wo Ω das Gebiet zwischen (σ) und (Σ) und $\bar{n}$ den Einheitsvektor der Normalen bezeichnet.

Nun ist

$$\frac{\partial E}{\partial t} = \operatorname{grad}\frac{\partial u_1}{\partial t}\operatorname{grad}u_1 + \frac{\partial u_1}{\partial t}\Delta u_1 = \operatorname{div}\left[\frac{\partial u_1}{\partial t}\operatorname{grad}u_1\right].$$

Nach der Gaussischen Formel ist

$$\int\int_{\Omega}\operatorname{div}\left[\frac{\partial u_1}{\partial t}\operatorname{grad}u_1\right]d\omega = -\int_{\sigma}\left[\frac{du_1}{dt}\operatorname{grad}u_1\right]\cdot\bar{n}d\sigma,$$

woraus

$$P = -\frac{\partial u_1}{\partial t}\operatorname{grad}u_1. \qquad [9]$$

Es sei nun

$$u = \varphi + i\psi; \qquad [10]$$

dann ist

$$u_1 = \varphi\cos nt + \psi\sin nt$$

und

$$P = n(\varphi\sin nt - \psi\cos nt)\left(\frac{\partial\varphi}{\partial n}\cos nt + \frac{\partial\psi}{\partial n}\sin nt\right),$$

und daher

$$P\cdot\bar{n} = n(\varphi\sin nt - \psi\cos nt)\left(\frac{\partial\varphi}{\partial n}\cos nt + \frac{\partial\omega}{\partial n}\sin nt\right). \qquad [11]$$

Kraft [10] gestaltet sich Bedingung [2] wie folgt:

$$\begin{aligned}\lim_{r\to\infty}\sqrt{r}\left(\frac{\partial\varphi}{\partial n} - k\psi\frac{\partial r}{\partial n}\right) &= 0,\\ \lim_{r\to\infty}\sqrt{r}\left(\frac{\partial\psi}{\partial n} + k\varphi\frac{\partial r}{\partial u}\right) &= 0.\end{aligned} \qquad [12]$$

Unter Benutzung dieser Beziehungen schreiben wir

$$P\cdot\bar{n} = -kn(\varphi\sin nt - \psi\cos nt)^2\left(\frac{\partial r}{\partial n}\right) +$$

$$+ n(\varphi\sin t - \psi\cos nt)\left[\left(\frac{\partial\varphi}{\partial n} - k\psi\frac{\partial r}{\partial u}\right)\cos nt + \left(\frac{\partial\psi}{\partial n} + k\varphi\frac{\partial r}{\partial n}\right)\sin nt\right]. \qquad [13]$$

Betrachten wir das Integral

$$\int_{\sigma} P \cdot \bar{n}\, d\sigma.$$

Aus [11], [10] und Bedingung [4] folgt, dass dieses Integral gleich Null ist.

Also geschieht kein Durchströmen von quasi-Energie über (σ) in das Gebiet Ω hinein oder aus demselben hinaus.

Betrachten wir nun das Integral nach Σ, welches wir in der Gestalt eines Kreises von grossem Halbmesser darstellen

$$\int_{(\Sigma)} P \cdot \bar{n}\, ds = -kn \int_{(\Sigma)} (\varphi \sin nt - \psi \cos nt)^2\, ds +$$

$$+ n \int_0^{2\pi} (\varphi \sin nt - \psi \cos nt) \left[\left(\frac{\partial \varphi}{\partial n} - k\psi \right) \cos nt - \left(\frac{\partial \psi}{\partial n} + k\varphi \right) \sin nt \right] r\, d\alpha.$$

Aus Formel [6] folgt die Begrenztheit der Integrale

$$\int \sqrt{r}\varphi\, d\alpha \text{ und } \int \sqrt{r}\psi\, d\alpha$$

bei $r \to \infty$, daher kann im Ausdruck $\int_{(\Sigma)} P \cdot \bar{n}\, ds$ der Summand, welcher die Glieder $\sqrt{r}\left(\frac{\partial \varphi}{\partial i} - k\psi\right)$ und $\sqrt{r}\left(\frac{\partial \psi}{\partial n} + k\varphi\right)$ enthält, beliebig klein gemacht werden bei genügend grossem k und wenn nur dabei auch der erste Summand, d. i.

$$\int_{(\Sigma)} (\varphi \sin nt - \psi \cos nt)^2\, ds - \int_0^{2\pi} r (\varphi \sin nt - \psi \cos nt)^2\, d\alpha$$

der Null nicht zustrebt, so werden wir

$$\frac{\partial}{\partial t} \int_{\Omega} \int E\, d\omega < 0$$

haben und E wird dem $-\infty$ zustreben, was ihrer wesentlich positiven Natur widerspricht.

Hieraus folgt, dass

$$\lim_{r \to \infty} \int_0^{2\pi} r (\varphi \sin nt - \psi \cos nt)^2\, d\alpha = 0,$$

und

$$\lim \int (\sqrt{r}\varphi)^2\, d\alpha = 0, \quad \lim_{r \to \infty} \int (\sqrt{r}\psi)^2\, d\alpha = 0, \quad \lim \int (\sqrt{r}u)^2\, d\alpha = 0.$$

Dann ist aber nach dem Hilfssatz $u \equiv 0$, und folglich der Hauptsatz bewiesen.

In den nachfolgenden Mitteilungen werden wir von diesem Theorem bei Betrachtung von Diffraktionserscheinungen an Schall- und elektromagnetischen Wellen an einem willkürlichen Umriss Gebrauch machen.

Stekloffsches Physikalisch-Mathematisches Institut der Akademie der Wissenschaften Leningrad.

Eingegangen d. 15. XII. 1933.

Доклады Академии Наук СССР 1934
Comptes Rendus de l'Académie des Sciences de l'URSS

АСТРОНОМИЯ

В. КРАТ

О РАСПРЕДЕЛЕНИИ ЯРКОСТИ НА ДИСКАХ ЗАТМЕННЫХ ПЕРЕМЕННЫХ ЗВЕЗД

(*Представлено академиком А. А. Белопольским 10 XI 1933*)

При изучении структуры верхних слоев звезды, представляется желательным исследование распределения яркости (потемнения к краю) на ее диске в различных участках спектра. В общем виде закон потемнения к краю может быть представлен уравнением:

$$J(\theta) = J\left(\frac{\pi}{2}\right)[1 + x(\theta)\cos\theta] \qquad [1]$$

(θ — угол составленный нормалью к поверхности с лучем зрения), $\bar{x}(\theta)$ в большинстве случаев можно считать постоянным ($\bar{x}$).

Определение абсолютных значений $\bar{x}$ может быть произведено с помощью фотоэлектрических или же наиболее надежных фотографических и фотометрических кривых изменения блеска (1). Однако, для большинства затменных переменных мы не имеем в настоящее время надежных кривых блеска в различных участках спектра, в силу чего абсолютный метод определения зависимости $\bar{x}$ от частоты излучения следует заменить относительным.

За опорные значения $\bar{x}$ примем таковые, определенные из фотоэлектрических (*pe*) или же фотометрических (*pm*) кривых блеска. Одной из наиболее точно определяемых характеристик изменения блеска является глубина минимума $(1-\lambda)$. Чтобы $1-\lambda$ действительно могло быть использовано для исследований подобного рода, должны соблюдаться два условия:

1. Звезды сравнения, при всех исследованиях данной переменной, должны быть обеспечены совершенно надежной шкалой.

2. Спектральный тип спутника должен быть известен, если относительная яркость его $L_f > 0.100$.

Для возможных случаев затмений (частное и кольцеобразное) потеря блеска в минимуме (Q) может быть представлена следующими формулами:

$$(1-\lambda)_p = Q_p = \pi r_b^2 J_b\left(\frac{\pi}{2}\right)\left(\alpha_0 + \bar{x}\int_{\pi/2}^{\theta_1}\alpha_0 \sin^3\theta d\theta\right) \text{ (затмение частное)},$$

$$(1-\lambda)_a = Q_a = \pi r_b^2 J_b\left(\frac{\pi}{2}\right)\left[\lambda^2(1 + \bar{x}\cos\theta_1) + \bar{x}\int_{\theta_1}^{\theta_2}\alpha_0 \sin^3\theta d\theta\right]$$

(затмение кольцеобразное).

Здесь:

r_b — радиус яркой звезды,

$J_b\left(\frac{\pi}{2}\right)$ — яркость на краю,

$k = \frac{r_b}{r_f}$ — отношение радиусов компонент,

α_0 — наибольшая фаза затмения,

θ_1 и θ_2 — граничные значения угла в зоне интеграции (2).

Полное затмение, при $k>1$, не рассматривается, так как, очевидно, в этом случае Q не зависит от распределения яркости на дисках звезд. Отношение глубин минимумов, полученных из кривых блеска в различных частотах ν и ν' представится формулой:

$$q=\frac{(1-\lambda)_{p\nu}}{(1-\lambda)_{p\nu'}}=\frac{[J_b(\pi/2)]_\nu}{[J_b(\pi/2)]_{\nu'}}\,\frac{1+\bar{x}_\nu P}{1+\bar{x}_{\nu'}P}\ \text{(затмение частное)},$$

$$q=\frac{(1-\lambda)_{a\nu}}{(1-\lambda)_{a\nu'}}=\frac{[J_b(\pi/2)]_\nu}{[J_b(\pi/2)]_{\nu'}}\,\frac{1+\bar{x}_\nu A}{1+\bar{x}_{\nu'}A}\ \text{(затмение кольцеобразное), где}$$

$$P=\frac{\int_{\pi/2}^{\theta_1}\alpha_\theta\sin^3\theta d\theta}{\alpha_0}\quad\text{и}\quad A=\frac{\int_{\theta_1}^{\theta_2}\gamma_\theta\sin^3\theta d\theta}{k^2}+\cos\theta_1.$$

Отношение $[J_b(\pi/2)]_\nu/[J_b(\pi/2)]_{\nu'}$ зависит от различия в цвете компонент и от различия в распределении яркостей в частотах ν и ν'.

Если обе компоненты принадлежат к одному и тому же спектральному типу, то относительные яркости их во всех частотах могут быть приняты одинаковыми. Тогда:

$$(L)_\nu=(L)_{\nu'}$$

$$\pi r_b^2[J_b(\pi/2)]_\nu\left(1+\frac{2}{3}\bar{x}_\nu\right)=\pi r_b^2[J_b(\pi/2)]_{\nu'}\left(1+\frac{2}{3}\bar{x}_{\nu'}\right).$$

Откуда:

$$\frac{[J_b(\pi/2)]_\nu}{[J_b(\pi/2)]_{\nu'}}=\frac{3+2\bar{x}_{\nu'}}{3+2\bar{x}_\nu}, \qquad [4]$$

$$q_p=\frac{3+2\bar{x}_{\nu'}}{3+2\bar{x}_\nu}\cdot\frac{1+\bar{x}_\nu P}{1+\bar{x}_{\nu'}P}, \qquad [5,1]$$

$$q_a=\frac{3+2\bar{x}_{\nu'}}{3+2\bar{x}_\nu}\cdot\frac{1+\bar{x}_\nu A}{1+\bar{x}_{\nu'}A}. \qquad [5,2]$$

Функции P и A легко могут быть табулированы по K и по α_0.

При $P=\frac{2}{3}$ или при $A=\frac{2}{3}$, q тождественно обращается в единицу

Обе компоненты двойной системы *u* Herculis принадлежат к спектральному типу B3. На основании фотоэлектрической кривой блеска Бекера [Baker (3)] автором было получено (4): $\bar{x}_{ve}=0.96$ (для главной компоненты системы). Глубина главного минимума $(1-\lambda_1)$ на фотоэлектрической кривой составляет 0.388, в то время как по фотографическим исследованиям (5) $(1-\lambda_1)_{pg}=0.408$. Приняв $\alpha_0=0.64$ (весовое среднее различных определений), по формуле [5,1] получаем:

$$\bar{x}_{pg}=1.16.$$

Милн [Milne (6)], на основе теории лучистого равновесия, получил для монохромотического излучения частоты ν закон „потемнения" к краю в форме:

$$J(\theta)=J(\pi/2)\left(1+\frac{k_\nu}{k}\cos\theta\right),$$

где k_ν коэфициент поглощения в частоте ν.

Этот факт, что в области фотографических лучей $\bar{x}$ больше, чем в области более низких частот, был ранее установлен Абботом [Abbot (7)] для солнца, а для Алголя — Маджини [Maggini (8)]. Форма самой зависимо-

сти $k(\nu)$ меняется с температурой поверхностных слоев; поэтому и разность $\bar{x}_{pg} - \bar{x}_{vis}$ (или $\bar{x}_{pp} - \bar{x}_{pe}$) будет различна для звезд различных классов диаграммы Рэсселла (Russell).

Применение формулы [5,1] к переменной RS [Vulpeculae (9)] не дало положительных результатов, потому что фотографическая и визуальная кривые блеска отнесены к различным системам звезд сравнения. Так как спектральный тип более яркой полусферы спутника (B9) весьма близок к спектральному типу главной звезды (B8), то RS Vulpeculae является интересным объектом для исследований подобного рода. Если относительные яркости компонент системы неодинаковы для различных участков спектра, то очевидно фактор q следует заменить на q'.

$$q' = \frac{I_{\nu'}}{I_{\nu}} \cdot q.$$

Энгельгардтовская астрономическая обсерватория. Казань.

Поступило 4 XI 1933.

ASTRONOMY

ON DARKENING AT THE LIMB IN ECLIPSING BINARIES

By W. KRAT

(*Communicated by A. Belopolskij, Member of the Academy, 10. XI. 1933*)

SUMMARY

If we know the depths of the minima $(1 - \lambda)$ on the light-curves of an eclipsing variable star in different regions of spectrum, we can find on the basis of the equations:

$$q_p = \frac{3 + 2\bar{x}_{\nu'}}{3 + 2\bar{x}_{\nu}} \cdot \frac{1 + \bar{x}_{\nu} P}{1 + \bar{x}_{\nu'} P} \text{ (partial eclipse)},$$

$$q_a = \frac{3 + 2\bar{x}_{\nu'}}{3 + 2\bar{x}_{\nu}} \cdot \frac{1 + \bar{x}_{\nu} A}{1 + \bar{x}_{\nu'} A} \text{ (annular eclipse)},$$

where P and A are functions of α_0 (the phase of eclipse) and k (the ratio of the radii of the components),

$$q = \frac{(1 - \lambda)_{\nu}}{(1 - \lambda)_{\nu'}},$$

the coefficient of darkening for the mean frequency of radiation (ν'), that for ν is supposed to be known. The given formulae are applicable only in the case when the primary has the same colour indices as the companion. Using Baker's photographical light-curve, the author found for the brighter component of u Herculis

$$\bar{x}_{pg} = 1.16.$$

Engelhardt Observatory. Kazan.

Received 4. XI. 1933.

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Z. f. Astrophys., 5. H. 1 u. 6, H. 1—2. 2. Russ. Astr. J., 3 (1933). 3. Lick Obs., Bull., 378. 4. Z. f. Astrophys., B. 6, H. 1—2 5. Laws. Obs. Bull., 28. 6. Phil. Trans., 223, 201 (1922). 7. Ann. Astroph. Obs. Smiths. Inst., VIII. 8. Publ. Obs. di Arcetri F., 88 (1921). 9. Contr. Princ. Univ. Obs., 6.

Доклады Академии Наук СССР 1934
Comptes Rendus de l'Académie des Sciences de l'URSS

ФИЗИКА

Н. Н. АНДРЕЕВ

О ВОЗМОЖНОСТИ ВИДЕТЬ БРОУНОВСКОЕ ДВИЖЕНИЕ НЕВООРУЖЕННЫМ ГЛАЗОМ

(*Представлено академиком А. Ф. Иоффе 31 XII 1933*)

Рассматривая отражение точечного источника света (полуватная лампа) в отшлифованной матово и в особенности вдобавок слегка окисленной металлической пластинке, мы видим цвета дифракции. Угол растворения спектра, образованного отдельной неровностью, столь велик, что отверстие глаза перехватывает лишь некоторую часть его, — иначе получилась бы фокусировка всего спектра в одну точку, наблюдаемая в известном опыте соединения линзою в белый свет спектра, образованного призмой.

Если поместить на пластинку каплю разведенного молока или другой подходящей эмульсии, то частицы жира, находясь в броуновском движении, нерегулярно заслоняют разные участки спектральных пунктов, вследствие чего глаз видит флюктуации света. Подобный опыт удается без труда, если густота броуновских частиц не так велика, чтобы заслонить отраженный от пластинки свет. Для получения подходящей толщины слоя жидкости надо покрывать каплю стеклышком или обезжирить пластинку, чтобы капля растекалась по ней достаточно тонким слоем.

Ленинградский электрофизический институт. Поступило 1 I 1934.

PHYSIK

ÜBER DIE BEOBACHTUNG DER BROWNSCHEN BEWEGUNG MIT UNBEWAFFNETEM AUGE

Von N. ANDREJEV

(*Vorgelegt von A. Joffe, Mitglied der Akademie, d. 31. XII. 1933*)

Betrachtet man die Reflexion einer punktförmigen Lichtquelle (Glühlampe) in einer mattgeschliffenen etwas oxydierten Metallplatte, so sieht man intensive Diffraktionsfarben. Ersichtlich ist der Öffnungswinkel des durch die einzelne Unebenheit gebildeten Spektrums grösser als die Eintrittspupille der Auges. Sonst hätten wir dieselbe Vereinigung des ganzen Spektrums zu weissem Licht, die man in bekanntem Schulversuch hat, wo man das Spektrum durch eine Linse vereinigt.

Wenn man nun auf die Platte einen Tropfen verdünnter Milch oder desgleichen bringt, so verdecken die in Brownscher Bewegung befindlichen Fetttröpfchen die einen oder die anderen Teile des Spektrums. Das Auge sieht daher Farbenfluctuationen. Der Versuch gelingt ohne Mühe, wenn man nur die Konzentration der Brownschen Teilchen richtig wählt, so dass nicht das ganze reflektierte Licht aufgehalten wird. Damit die Dicke der Flüssigkeitsschicht nicht zu gross wird, bedeckt man die Platte mit einen Stück Glas oder entfettet man die Plattenoberfläche, damit der Tropfen sich nicht zusammenzieht.

Leningrader Elektrophysikalisches Institut. Eingegangen 1. I. 1934

Доклады Академии Наук СССР 1934
Comptes Rendus de l'Académie des Sciences de l'URSS

ХИМИЯ

Г. В. ЧЕЛИНЦЕВ, И. Л. КНУНЯНЦ и З. В. БЕНЕВОЛЕНСКАЯ

СТРОЕНИЕ И СИНТЕЗ НОВЫХ АНТИМАЛЯРИЙНЫХ ВЕЩЕСТВ

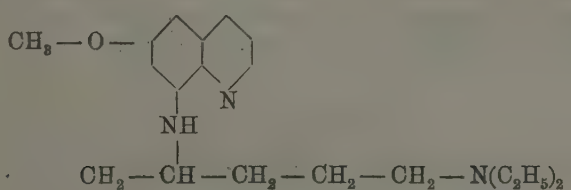
СТРОЕНИЕ „АТЕБРИНА"

(*Представлено академиком А. Е. Фаворским 17 XII 1933*)

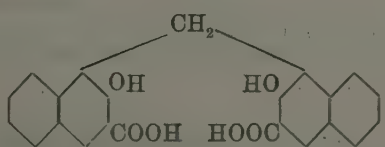
В течение последних лет в оригинальной и патентной литературе появился ряд работ, направленных к получению синтетических противомалярийных препаратов, способных заменить или превзойти, по своему терапевтическому действию, хинин. Такими препаратами оказались производные аминохинолина и аминоакридина, замещенные в амино-группах алкиламинными радикалами.

В результате этих работ фирмой I. G. Farbenindustrie были выпущены препараты: в 1926 г. „Плазмохин" и в 1931 г. „Атебрин", получившие к настоящему времени, благодаря ценным терапевтическим свойствам, широкую известность и распространение.

В виду того интереса, который представляет возможность синтетического получения противомалярийных средств взамен импортного хинина, лабораторией ЛАСИН Академии Наук СССР были поставлены работы по исследованию существующих противомалярийных препаратов и по синтезу веществ, обладающих аналогичным действием. В результате этих работ выяснено, что действующим началом препарата „Плазмохин" является N — (4-диэтиламино-1-метилбутил) 6-метокси, 8-амино-хинолин (1,2):



который находится в таблетках в виде соли метилен ди-оксинафтойной кислоты строения:



Далее авторами настоящей статьи было приступлено к изучению действующего начала препарата „Атебрин".

Согласно литературным данным (3) „Атебрин" представляет собою алкиламиноалкиламино-акридиндерират. Для выделения действущего начала „Атебрина" измельченные в порошок таблетки обрабатывались

горячей водой, и раствор отфильтровывался от нерастворимого балласта (50% от веса таблеток). По охлаждении раствора кристаллизовался дихлоргидрат основания в виде микроскопических иголочек с т. пл. 248—250° (с разложением). Анализы высушенного при 110° в вакууме препарата дали следующие результаты:

Навеска 0.0877 г	Получено CO_2 — 0.1894
„ 8.842 мг	„ H_2O — 0.0510
„ 0.1838 г	„ N — 0.686 см³ (при 732 мм 18° С)
	„ AgCl — 0.1669 г

Вычислено для $C_{23}H_{32}ON_3Cl_3$	Найдено
C — 58.41%	58.83%
H — 6.77 „	6.45 „
N — 8.88 „	8.75 „
Cl — 22.54 „	22.46 „

Основание, выделенное из хлоргидрата, представляет собою золотисто-желтое неподвижное масло, не перегоняющееся без разложения при 1 мм. Основание содержит хлор (проба Бейльштейна).

Для выяснения структуры алкиламиноалкиламинного остатка был применен выработанный нами метод для расщепления алкиламиноалкиламиноарильных производных (1,2).

5 г основания „Атебрина“ растворялись в 120 см³ — 20% серной кислоты, и к раствору при размешивании на холоду прибавлялся насыщенный раствор 9 г $KMnO_4$. По раскислении отфильтровывался выпавший MnO_2; разложенный щелочью фильтрат обрабатывался водяным паром. Водный погон, обладающий запахом пиперидина, подкислялся соляной кислотой и выпаривался досуха. В остатке был получен белый кристаллический сильно гигроскопический хлоргидрат. Полученный из него хлораурат кристаллизовался из воды в прекрасно образованных желтых призмах с т. пл. 154—155°.

Анализ

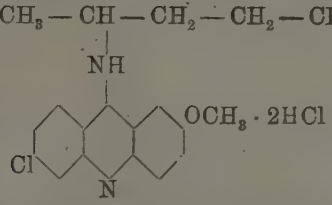
Навеска 0.0718 г. Получено Au — 0.338 г. Вычислено для $C_9H_{22}N_2 \cdot 2HCl \cdot 2AuCl_3$ Au — 47.06%. Найдено — 47.07%.

Смешанная проба с хлорауратом синтетического 5-диэтиламино-2-амино-пентана, плавящегося при 154—155°, депрессии не показывает. Таким образом, в амино-группе акридинового ядра стоит радикал 1-диэтиламиноизоптил 4.

$$CH_3 - \underset{|}{CH} - CH_2 - CH_2 - CH_2 - N(C_2H_5)_2$$

Среди большого количества акридиновых производных, запатентованных фирмой I. G. Farbenindustrie за последние годы, как действующих против паразитов крови, имеется вещество, отвечающее по своим физи-

ческим свойствам, составу и структуре боковой цепи исследованному нами препарату. Строение этого вещества выражается формулой:*



Для окончательного экспериментального доказательства того, что строение „Атебрина“ выражается этой формулой, нами был предпринят синтез этого вещества, который показал, что „Атебрин“ действительно представляет собою 2-метокси-6-хлор- 9 (1-диэтиламино-4-метилбутил) амино-акридин-дихлоргидрат.

Лаборатория по исследованию и синтезу растительных и животных веществ.
Москва.

Поступило
14 XII 1933.

CHEMISTRY

THE STRUCTURE AND SYNTHESIS OF NEW ANTIMALARIAL SUBSTANCES

THE STRUCTURE OF "ATEBRIN"

By G. ČELINCEV, I. KNUNJANC, and Z. BENEVOLENSKAJA

(*Communicated by A. Favorskij, Member of the Academy, 17. XII. 1933*)

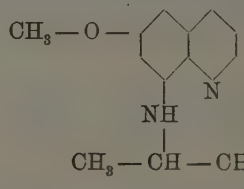
During the last few years both in original and patent literature a whole series of articles has been published on the discovery of synthetic antimalarial preparations which might replace quinine and the therapeutic action of which would be stronger than that of the latter. The derivatives of aminochinoline and aminoacridine replaced in aminogroups by alkylamino radicals have proved to be such preparations.

As a result of these articles the firm I. G. Farbenindustrie manufactured "Plasmochin" in 1926 and "Atebrin" in 1931. Both preparations have at present gained great popularity owing to their high therapeutic properties.

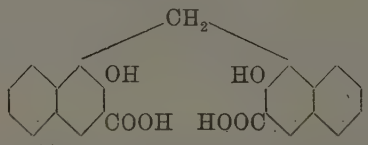
The interest which attaches to the possibility of obtaining by synthesis antimalarial remedies which could be substituted for imported quinine has induced the "Lasin" laboratory of the Academy of Sciences of the USSR to institute a series of investigations of the existing antimalarial preparations and to set about synthetizing substances producing analogous action. It has been found that the active principle of the prepara-

* D. R. P. 553072 Kl 12 p. V. 10 V 1930 r. E. P. 363392 V. 18 VI 1930 r.

tion "Plasmochin" is N — (4- diethylamino-1-methylbutyl) 6-methoxy, 8-amino-chinoline (1, 2):



which is found in tabloids in the form of the salt of methylendioxynaphtha acid having the following structure:



Having arrived at the above results, the authors of this paper proceeded to study the active principle of the preparation "Atebrin".

According to literary data (3) "Atebrin" is an dialkylamino acridine derivative. In order to isolate the active principle of "Atebrin", the tabloids were reduced to powder and subjected to the action of hot water. The solution was filtered in order to free it from the insoluble ballast (50% of the weight of the tabloids). On cooling the solution, the dichlorine-hydrate of the base crystallized in microscopic needles whose m. p. was 248—250° (with decomposition). Analysis of the preparation which had been dried in a vacuum apparatus at 110° gave the following results:

		Obtained
Weight of substance taken for analysis	0.0877 g	CO_2 — 0.1894
" " " " " "	8.842 mg	H_2O — 0.0510
" " " " " "	0.1838 g	N — 0.686 cm³ (at 732 mm 18° C)
		AgCl — 0.1669 g

Calculated for $C_{23}H_{32}ON_3Cl_3$	Found
C — 58.41%	58.83%
H — 6.77 „	6.45 „
N — 8.88 „	8.75 „
Cl — 22.54 „	22.46 „

The base isolated from chloral hydrate was found to be a golden yellow immobile oil which could not be distilled without decomposition at 1 mm The base contains chlorine (Beilstein's test).

We applied our method for splitting up dialkylaminoaril derivatives in order to discover the structure of the alkylaminoalkylamino residue (1, 2).

5 g of the base of "Atebrin" dissolved in 120 c. cm of 20% sulphuric acid and 9 g of a saturated solution of $KMnO_4$ were added to the solution while being stirred in the cold. After deoxidization the isolated MnO_2 was filtered, and the filtrate, having been decomposed by alkali, was subjected to the action of water vapours.

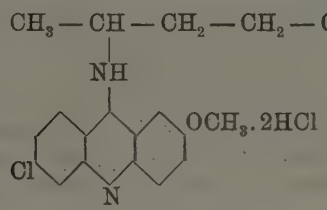
The water distillate having the odour of piperidine was acidulated by hydrochloric acid and evaporated to dryness. A white crystalline strongly hygroscopic chlorine hydrate was obtained in the residue. The chloraurate obtained from the above crystallized from water into beautifully shaped yellow prisms whose m. p. was 154—155°.

Analysis

Weight of substance taken for analysis 0.0718 g. Obtained Au — 0.338 g. Calculated for $C_9H_{22}N_2HCl.2AuCl_3$ Au — 47.06%. Found — 47.06%.

A mixed test with chloraurate of synthetic 5-diethylamino 2-amino-pentane melting at 154—155° did not show any depression. Hence the radical 1-diethylaminoizoptile 4 stands in the amino-group of the acridine nucleus. $CH_3 — CH — CH_2 — CH_2 — CH_2 — N(C_2H_5)_2$.

Among the many acridine compounds which have been patented by the firm I. G. Farbenindustrie in recent years, as acting against blood-parasites, we find a substance which corresponds in its physical properties, composition, and side-chain structure to the preparation which has been investigated by us. The structure of this substance is expressed by the formula:*



Wishing to have a final experimental evidence that the structure of "Atebrin" is expressed by this formula, we undertook the synthesis of this substance and proved that "Atebrin" actully is 2-methoxy-6-chlorine-9 (1-diethylamino-4-methylbutyl) aminoacridine dichlorinehydrate.

Laboratory for the Investigation and Synthesis of Vegetable and Animal Substances. Moscow.

Received 14. XII. 1933.

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. Сообщение о „Плазмохине", Известия Академии Наук. Paper on "Plasmochin", the "Izvestia" of the Academy of Sciences of the USSR.
2. Труды VI Менделеев. съезда. Proceedings of the VI Mendeléeff Congress.
3. Pharmaz. Ztg., 77, 408, 1932.
4. Сообщение о синтезе „Атебрина" будет помещено в Известиях Академии Наук. Paper on synthesis of "Atebrin" will appear in the "Izvestia" of the Academy of Sciences of the USSR.

---

* D. R. P 553072 Kl 12 p V. 10 V 1930. E. P. 363392 V. 18 VI 1930.

Доклады Академии Наук СССР 1934
Comptes Rendus de l'Académie des Sciences de l'URSS

ФИЗИОЛОГИЯ

А. ХАРИТ и П. ФЕДОРОВ

К ВОПРОСУ ОБ ОКИСЛИТЕЛЬНО-ВОССТАНОВИТЕЛЬНЫХ ПРОЦЕССАХ ПРИ МЫШЕЧНОЙ РАБОТЕ

ИЗМЕНЕНИЯ ОКИСЛИТЕЛЬНО-ВОССТАНОВИТЕЛЬНОГО ПОТЕНЦИАЛА РИНГЕРОВСКОЙ ЖИДКОСТИ ПРИ ПРОХОЖДЕНИИ ЧЕРЕЗ ИЗОЛИРОВАННОЕ РАБОТАЮЩЕЕ СЕРДЦЕ

(*Представлено академиком А. А. Рихтером 4 XII 1933*)

Вопросы динамики мышечного сокращения, теплообразования и сопровождающих химических изменений были в последние годы в значительной мере освещены в работах Гилла, Мейергофа, Эмбдена, Гартрей, Эгельтона и целого ряда других авторов.

С определенностью можно сказать, что при мышечной деятельности меняется величина и окислительно-восстановительного потенциала.

Проследить изменения потенциала в работающей мышце, прямыми или косвенными методами, задача весьма трудная. Но выявить изменения в окружающей среде вполне возможно.

Нами были поставлены опыты над измерением изменения потенциала, которое происходит в рингеровском растворе (и частью в рингер-локковском растворе) после его прохождения через работающее изолированное сердце.

Опыты производились на изолированных сердцах лягушек (*Rana esculenta* и *Rana temporaria*) как зимнего, так и осеннего состояния. Брались для опытов преимущественно самцы (более крупные экземпляры). Какой либо разницы в полученных нами данных между зимними и осенними, а также между самцами и самками, мы не отмечаем.

Методика нашей работы была такова. Приготовлялось изолированное сердце по способу проф. Граменицкого с наложением канюль на приводящую вену и на одну ветвь аорты. Остальные сосуды (легочные и вторая ветвь аорты) перевязывались. Сердце или совершенно извлекалось из полости, или же оставалось внутри полости. После промывания сердца от остатков крови пропускаемым через сердце рингеровским раствором (первые порции прошедшего рингеровского раствора всегда отбрасывались), производилось измерение потенциала электрометрическим путем на гладком платиновом электроде, как в притекающем к сердцу, так и в оттекающем от сердца рингеровском растворе.

Проведено свыше 25 определений. В прилагаемой таблице приводим несколько наиболее характерных опытов.

В результате прохождения рингеровского раствора через работающее сердце, происходит падение потенциала от 25 до 60 mV, в среднем на 44 mV. Падение вполне заметное и легко улавливаемое. Одновременные определения *pH* раствора как до прохождения, так и после прохождения, не дают каких-либо изменений (определения производились как водородным, так частью и хингидронным методом, но не во всех случаях).

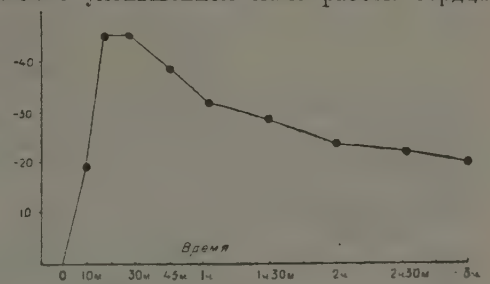
Работа изолированного сердца лягушки Таблица I.

№ опыта	Месяц и число	Потенциал до прохождения	Потенциал после прохождения	Разница в mV	Примечания
1	5 IV	222	182	— 40	Рингер-локковский раствор + сахар (0.65 NaCl по 0.02 $CaCl_2$, KCl и $NaHCO_3$)
2	8 IV	204	143	— 61	Рингеровский раствор тот же что и предыдущий, но без сахара
3	8 IV	203	150	— 53	
4	16 IX	204	168	— 36	
5	11 IX	206	180	— 26	

Если нанести на кривую величину падения потенциала, мы получим следующую кривую, где на абсциссе время с начала работы изолированного сердца, а на ординате величина падения потенциала.

Кривая показывает, что падение потенциала наиболее высоко в первые 20—30 минут работы, затем с уменьшением силы работы сердца постепенно снижается.

Таким образом, можно предположительно говорить о том, что, чем менее интенсивно работает сердце, тем падение меньше и обратно.



Кривая № 1. Величина падения оттекающего раствора. (Abb. 1).

Падение потенциала рингеровского раствора после его прохождения через работающее сердце можно объяснить тем, что протекающие в сердечной мышце окислительно-восстановительные процессы связаны с отдачей тех или иных продуктов в протекающий раствор, которые и сдвигают потенциал протекающего рингеровского раствора.

Таким образом, в рингеровском растворе происходит отдаленное отражение сдвигов Redox-потенциала в работающей мышце.

Изменяя условия опыта с целью прекратить дыхательные окислительные процессы, мы к притекающему рингеровскому раствору добавляли цианид, в частности KCN.

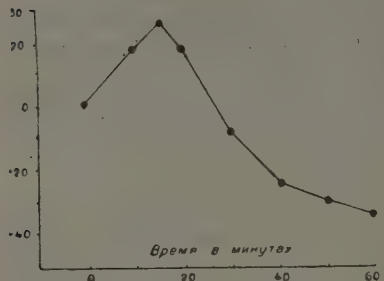
Концентрация применяемых нами растворов была от M/2500 до M/1000.

Часть полученных данных приведена таблице II (стр. 70).

Из таблицы видно, что в результате прибавления KCN к протекающей через работающее сердце рингеровской жидкости потенциал последней повышается, в среднем (из многих большей частью не приведеных определений) на 16 mV.

№ опыта	Месяц и число	Потенциал до прохождения	Потенциал после прохождения	Разность в mV	Примечания
1	20 IX	129	149	+ 20	M/5000 KCN
2	25 IX	136	158	+ 22	M/5000 KCN
3	8 VI	202	220	+ 18	M/10000 KCN

Можно предположить, что имеющиеся в сердечной мышце окислительные системы из за отравляющего действия цианидов не могут быть использованы и частично выбрасываются в протекающий рингеровский раствор, а так как более высокие окислители имеют больший потенциал, то этим самым эти вещества повышают потенциал вытекающего раствора. За возможность такого предположения говорит тот факт, что цианиды, согласно исследованиям О. Варбурга, не вызывают непосредственно смерти клеток и не прекращают процессов, связанных с образованием энергии. Цианиды, по мнению Варбурга, связывают, угнетают адсорбированное на коллоидных поверхностях железо и тем самым препятствуют нормальному процессу окисления и направляют процесс другим путем.



Кривая № 2. Влияние CO на потенциал оттекающего раствора. (Abb. 2).

Выяснив характер изменения потенциала под влиянием цианидов, мы предположили, что и при отравлении CO будет картина, напоминающая по действию цианиды. С этой целью нами было произведено несколько опытов с действием CO на сердце. Насыщение рингеровского раствора нами производилось не чистым CO, а пропусканием светильного газа в течение 10—15 минут через рингеровский раствор.

Во время прохождения этого раствора сердце начинало усиленно работать, сила и частота сердечных сокращений заметно увеличивались. Не приводя здесь детальных таблиц, отметим следующее: первые порции протекающего рингеровского раствора, насыщенного CO, через работающее сердце дают аналогичную картину изменения потенциала, что и при действии цианидов, но величина повышения потенциала очень небольшая. Последующие же порции спустя 20—30 минут связаны с падением потенциала, как и в опытах с чистым рингеровским раствором.

Характер изменения потенциала при пропускании рингеровского раствора, насыщенного окисью углерода, виден из кривой № 2, где на абсциссе откладывается время от начала опыта, а на ординате величина падения или увеличения потенциала.

Резюмируя все вышеизложенное, мы можем сделать следующие выводы.

1. Протекающие в сердечной мышце процессы во время работы отражаются на состоянии вытекающего рингеровского раствора, а именно:

при прохождении через изолированное работающее сердце потенциал рингеровского раствора падает.

2. При добавлении к рингеровскому раствору KCN в концентрациях от M/2500 до M/5000 происходит извращение нормальных окислительных процессов, и потенциал оттекающего раствора повышается.

3. Замечается зависимость величины изменения потенциала от времени работы сердца и предъявляемой сердцу нагрузки.

4. При насыщении рингеровского раствора CO изменения потенциала до некоторой степени напоминают изменения при действии цианидов, но лишь в первой фазе, после чего наступает вторая фаза — падение потенциала.

Лаборатория биологической химии
2-го ленинградского медицинского
института.

Поступило
1 XII 1933.

PHYSIOLOGIE

VON DEN IM VERLAUF DER MUSKELARBEIT SICH ABSPIELENDEN OXYDATIONS-REDUKTIONSPROZESSEN

DIE ÄNDERUNGEN DES OXYDATIONS-REDUKTIONSPOTENTIALS DER RINGER'SCHEN FLÜSSIGKEIT BEI DURCHLASSEN DURCH EIN ISOLIERTES HERZ

VON A. CHARIT und I. FEDOROV

(*Vorgelegt von A. Richter, Mitglied der Akademie, d. 4. XII. 1933*)

Die Fragen der Dynamik der Muskelkontraktion, der Wärmebildung und der chemischen Begleiterscheinungen wurden im Laufe der letzten Jahre recht eingehend erläutert in den Arbeiten von Hill, Meyerhof, Embden, Hartree, Egelton und einer Reihe von anderen Autoren. Man darf mit Bestimmtheit behaupten, dass im Verlauf der Muskeltätigkeit auch die Grösse des Oxydations-Reduktionspotentials sich verändert.

Die Veränderungen des Potentials innerhalb des arbeitenden Muskels mit direkten oder indirekten Methoden zu verfolgen ist eine äusserst schwierige Aufgabe. Solche Veränderungen im umgebenden Medium zu ermitteln liegt jedoch durchaus im Bereich des Möglichen.

Es wurden von uns Versuche angestellt zur Messung der Potentialveränderung, welche in der Ringer'schen Lösung (z. T. auch in der Ringer-Locke'schen Lösung) nach deren Durchgang durch das arbeitende isolierte Herz stattfindet.

Die Versuche wurden an isolierten Herzen von Fröschen (*Rana esculenta* und *R. temporaria*) im Winter- und Herbstzustande ausgeführt. Zu diesem Bedarf wurden vorwiegend Männchen (grössere Exemplare) verwandt. Irgendwelchen Unterschied in den erhaltenen Ergebnissen zwischen winterlichen und herbstlichen Individuen sowie zwischen Männchen und Weibchen hatten wir nicht zu verzeichnen.

Unsere Arbeitsmethodik gestaltete sich wie folgt. Es wurde ein isoliertes Herz nach dem Verfahren von Prof. Gramenickij aufbereitet mit Anlegung von Kanülen auf die zuführende Vene und auf einen Zweig der Aorte. Die übrigen Gefässe (pulmonale und zweiter Zweig der Aorte) wurden unterbunden. Das Herz wurde je nach Bedarf entweder gänzlich

aus der Höhle entfernt oder innerhalb derselben bewahrt. Nach Abspülung der Blutreste mittels durch das Herz gelassener Ringerlösung (die ersten Portionen der Lösung wurden allemal verworfen) wurde die Messung des Potentials auf elektrometrischem Wege an glatter Platinelektrode ausgeführt, sowohl in der dem Herzen zuströmenden, als auch in der von demselben abfliessenden Ringerlösung.

Es wurden über 25 Bestimmungen ausgeführt. In nachstehender Tabelle führen wir einige von den bezeichnendsten Versuchen an.

Arbeit des isolierten Froschherzens

Versuchs-nummer	Datum	Potential vor Durchgang	Potential nach Durchgang	Differenz in mV	Anmerkung
1	5 IV	222	182	— 40	Ringer-Locke'sche Lösung + Zucker (0.65 NaCl, je 0.02 $CaCl_2$ KCl und $NaHCO_3$)
2	8 IV	204	143	— 61	Ringerlösung wie im vorhergehenden, jedoch ohne Zucker
3	8 IV	203	150	— 53	
4	16 IX	204	168	— 36	
5	11 IX	206	180	— 26	

Das Durchgehen der Ringerlösung durch das arbeitende Herz hat einen Sturz des Potentials im Betrage von 25 bis 60 mV, im Durchschnitt von 44 mV, zur Folge. Eine durchaus merkliche und leicht festzulegende Abnahme. Gleichzeitige Bestimmungen von *pH* in der Lösung sowohl vor als nach dem Durchgang, ergeben keinerlei Änderungen (derart Bestimmungen wurden mit dem Wasserstoffverfahren, z. T. mit dem Hydrochinonverfahren ausgeführt, jedoch nicht in allen Fällen).

Bei graphischer Darstellung der Abnahme des Potentials erhalten wir eine Kurve (Abb. 1. Seite 69), wo auf der Abszissenachse die Zeit von Beginn der Arbeit des isolierten Herzens, auf der Ordinatenachse die Grösse des Potentialsturzes aufgetragen ist.

Die Kurve zeigt, dass die Abnahme des Potentials innerhalb der ersten 20—30 Min. der Arbeit am heftigsten ist und im weiteren mit Abschwächung der Arbeitstätigkeit des Herzens allmählig geringer wird.

So kann man denn annehmen, dass mit je schwächerer Intensität das Herz arbeitet, desto geringer das Sinken des Potentials ist und umgekehrt. Das Sinken des Potentials in der Ringerlösung nach Durchgang durch das arbeitende Herz kann man dadurch erklären, dass die im Herzmuskel sich abspielenden Oxydations-Reduktionsprozesse mit einer Abgabe an die durchströmende Lösung von den oder jenen Produkten verbunden sind, welche ihrerseits schon die Potentialänderung in der Lösung bewirken. So vollzieht sich denn in der Ringerschen Lösung eine entfernte Rückwirkung der Abänderungen des Oxydations-Reduktionspotentials im arbeitenden Muskel.

Indem wir die Versuchsbedingungen variierten, um die respiratorischen Oxydationsprozesse einzustellen, fügten wir der durchfliessenden Ringerlösung Zyanide bei, insbesondere KCN. Die Konzentration der aufgebo-

tenen Lösungen betrug von M/2500 bis M/1000. Einzelne Ergebnisse sind in der nachfolgenden Tabelle verzeichnet.

Versuchs-nummer	Datum	Potential vor Durchgang	Potential nach Durchgang	Differenz in mV	Anmerkung
1	20 IX	129	149	+ 20	M/5000 KCN
2	25 IX	136	158	+ 22	M/5000 KCN
3	8 VI	202	220	+ 18	M/10000 KCN

Aus der Tabelle ist zu ersehen, dass infolge der Zugabe von KCN das Potential der durch das arbeitende Herz strömenden Ringerschen Flüssigkeit das Potential der letzteren zunimmt (im Durchschnitt von zahlreichen z. gr. Tl. nicht angeführten Versuchen im 16 mV).

Nach Feststellung des Charakters der Potentialänderung unter dem Einfluss von Zyaniden nahmen wir an, dass auch eine Vergiftung durch CO ein ähnliches Bild ergeben dürfte. Um diese Annahme zu prüfen, wurden einige Versuche über die Wirkung von CO auf das Herz angestellt. Die Sättigung der Ringerlösung wurde nicht mit reinem CO vorgenommen, sondern mittels Durchlassen von Leuchtgas während eines Zeitraumes von 10—15 Min. durch die Lösung.

Während des Durchgehens dieser Lösung begann das Herz angestrengt zu arbeiten. Intensität und Reinheit der Kontraktionen des Herzmuskels wurden merklich gesteigert. Ohne hier ausführlichere Angaben zu machen, wollen wir nur folgendes bemerken: die ersten Portionen der mit Kohlenoxyd gesättigten Ringerschen Lösung ergeben bei Durchströmen durch das arbeitende Herz ein ähnliches Bild von Potentialveränderung, wie bei Wirkung von Zyaniden, aber der Betrag der Potentialsteigerung ist sehr unerheblich. Die nachfolgenden Portionen aber, nach Ablauf von 20—30 Minuten, bewirken schon eine Abnahme des Potentials, wie in den Versuchen mit reiner Ringerlösung. Der Charakter der Potentialänderung bei Durchlassen von mit Kohlenoxyd gesättigter Ringerlösung ist aus Kurve (Abb. 2, S. 70) ersichtlich, wo auf der Abszissenachse die Zeit von Beginn des Versuchs, auf der Ordinatenachse der Betrag von Zu- oder Abnahme des Potentials verzeichnet ist.

Zusammenfassend können wir folgende Schlussfolgerungen aufstellen.

1) Die im Herzmuskel während der Arbeit sich abspielenden Prozesse üben ihre Rückwirkung auf den Zustand der ausströmenden Ringerlösung aus und zwar lässt sich für die durch ein isoliertes Herz fliessende Lösung ein Sinken des Potentials verzeichnen.

2) Bei Zugabe von KCH in Konzentrationen von M/2500 bis M/5000 geschieht eine Umkehrung der normalen Oxydationsprozesse und das Potential der ausströmenden Lösung steigt an.

3) Für die Grösse der Potentialänderung macht sich eine Abhängigkeit von Dauer und Ausmass der geleisteten Arbeit bemerkbar.

4) Bei Sättigung der Ringerlösung mit CO erinnern die eintretenden Potentialänderungen einigermassen an die unter der Einwirkung von Zyaniden stattfindenden, jedoch nur innerhalb der ersten Phase, worauf eine zweite Phase — von Abnahme des Potentials — sich einstellt.

Laboratorium für biologische Chemie
des 2. Medizinischen Instituts. Leningrad.

Eingegangen
I. XII. 1933.

Доклады Академии Наук СССР 1934
Comptes Rendus de l'Académie des Sciences de l'URSS

БИОЛОГИЯ

А. СТУДИТСКИЙ

О ПОТЕНЦИЯХ НАДКОСТНИЦЫ ПЕРВИЧНОГО И ВТОРИЧНОГО ОКОСТЕНЕНИЯ ПО ДАННЫМ КУЛЬТУР НА АЛЛАНТОИСЕ

(*Представлено академиком Н. В. Насоновым 15 XI 1933*)

1. ЗАДАЧИ ИССЛЕДОВАНИЯ

Поводом к исследованию послужило изучение общеизвестных явлений регенерации покровных костей черепа различных животных. Как известно, повреждение покровных костей черепа представляет нередко значительные затруднения для практической хирургии, так как эти кости, повидимому, не способны к настоящей регенерации, и заживление раны ограничивается обычно образованием мозоли с последующим объизвествлением. Что же касается трубчатых костей, то они до позднего возраста животного сохраняют способность к регенерации. В обоих случаях большинство хирургов и гистологов объясняет это различие свойствами надкостницы, которая в одном случае сохраняет остеогенные свойства, в другом — теряет их, по прекращении роста животного.

В постановке вопроса мы исходили из данных о происхождении надкостницы первичного и вторичного окостенения. В то время как последняя образуется непосредственно из эмбриональной мезенхимы, первая есть результат преобразования надхрящницы, одевающей хрящевые закладки костей. Нас заинтересовало, не отражается ли разность происхождения на остеогенной деятельности надкостницы еще в течение эмбрионального развития. Для выяснения этого были произведены пересадки на аллантоис надкостницы лобной кости куриного зародыша на разных стадиях развития и цыпленка разных возрастов. Аналогично были произведены пересадки надкостницы вторичных костей, по преимуществу os femur и tibia. Полученные результаты излагаются в настоящем сообщении.

Срок культивирования 6—11 дней. Гистологическая обработка — обычная для развивающейся кости.

2. РЕЗУЛЬТАТЫ ОПЫТОВ

I. Рост на аллантоисе пересадок надкостницы трубчатых костей

Как это уже описывалось Данчаковой (1924) и Студитским (1932), надкостница трубчатых костей при культивировании на аллантоисе легко образует хрящевую и костную ткани. Пересадки характеризуются мощным развитием остеобластов, которые в первые дни культивирования располагаются десятками слоев вокруг образующейся кости. При дальнейшем культивировании, большинство остеобластов превращается в костные клетки. Процесс костеобразования идет от периферии вглубь

пересадки, захватывал все новые и новые слои остеобластов, пока не исчерпается весь запас их, создавшийся, повидимому, как ответ на раздражение, причиненное сдиранием надкостницы.

Интересной чертой при дифференцировке остеогенной ткани на аллантоисе является образование хряща. В таких случаях костная ткань откладывается непосредственно на хряще и в дальнейшем замещает его по типу эндохондрального окостенения.

Рост пересадок надкостницы трубчатых костей полувзрослого цыпленка очень хорош. Пересадка достигает значительных размеров, но в строении ее характерно большое количество волокнистых элементов, в противоположность небольшому количеству костной ткани.

Из сравнения роста надкостницы эмбриональных и полувзрослых костей можно сделать заключение, что специфическая костеобразовательная потенция надкостницы испытывает с возрастом ряд изменений, которые можно характеризовать как понижение остеогенной потенции.

II. Рост на аллантоисе пересадок надкостницы соединительнотканных костей

На самых ранних стадиях развития зародыша цыпленка, не только надкостница, но и вся изолированная черепная крышка, пересаженная на аллантоис вместе с покрывающей ее кожей, оказывается неспособной к органотипическому автономному развитию. Пересадка полностью рассасывается.

В пересадках надкостницы на более поздних стадиях эмбрионального развития рост также очень незначителен. Чаще всего имеет место дифузное разрастание соединительнотканных элементов, реже образуются плотные узелки, состоящие из радиально расположенных густых волокон с небольшим количеством клеток между ними.

Пересадки надкостницы лобной кости растущего цыпленка проявляют значительную способность к самостоятельному развитию, причем эта способность появляется с возрастом цыпленка. В то время как надкостница 1—3-дневного цыпленка образует маленькие узелки размерами до 2 мм, надкостница 6-месячного цыпленка разрастается в такой же срок до 5—8 мм. Надкостница 3-месячного цыпленка иногда проявляет остеогенную деятельность. Развивающаяся кость имеет очень малые размеры с окружающей ее волокнистой тканью, но по строению совершенно типична. Пересадки надкостницы 6-месячного цыпленка не дают развития костной ткани, несмотря на очень интенсивный рост. Пересадка состоит из волокнистых элементов и скоплений клеток.

На основе изложенных исследований можно сделать вывод, что способность надкостницы покровных костей к автономному гистотипическому развитию повышается с возрастом животного. Остеогенная потенция проявляется на определенной стадии, после чего снова исчезает, вероятно, в связи с прекращением роста.

3. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Многочисленные исследования по гистогенезу костной ткани, несмотря на противоречивость своих выводов, не могут обойти общих явлений остеогенеза: появления остеобластов и их деятельности. Не касаясь в целом всего вопроса, изложенного Гинцше в его прекрасной сводке (Hintzsche, 1927), мы коснемся только некоторых сторон его.

Мысль, высказанная Вейденрейхом (Weidenreich, 1924) о том, что только вторичная, так называемая пластинчатая кость (Schalenknochen), связана с остеогенной деятельностью остеобластов, в то время как грубо-волокнистая часть образуется без их участия, нашла поддержку у Лериша и Поликара (Leriche et Policard, 1926) в том отношении, что они полностью отрицают остеогенные функции остеобластов, трактуя весь процесс в целом как коллоидно-химический, происходящий без прямого участия клеток. Остеобласты рассматриваются последними авторами как дегенеративные формы фибробластов, гибнущие от недостатка питания.

Наши данные совершенно не соответствуют как той, так и другой трактовке костеобразовательного процесса. Образование кости в пересадках изолированной надкостницы показывает, что надкостница является детерминированной тканью. Усиленное размножение остеобластов в пересадках говорит об их активной роли в остеогенезе, с одной стороны, и о полной их жизнеспособности, с другой стороны. Отсутствие костеобразования в пересадках надкостницы соединительнотканных костей говорит о том, что образование кости не является следствием особенностей кальциевого обмена, который, вероятно, одинаков в обоих случаях, а зависит от ряда других условий. С другой стороны, и наличия остеобластов для развития костной ткани еще недостаточно. Надкостница соединительнотканных костей для проявления своей остеогенной потенции требует еще каких-то дополнительных условий.

Разница в развитии на аллантоисе надкостницы соединительнотканных и трубчатых костей показывает, что морфологическое единство строения отнюдь не является и физиологическим единством. Между остеогенными тканями соединительнотканного и хрящевого происхождения остается принципиальная разница, проявляющаяся при их изолированном развитии. Ту же разницу, на которую указывает Вейденрейх, — разницу между надкостницей пластинчатой и волокнистой кости — нам отметить не удалось. Надкостница с волокнистой кости — эмбриональной tibia — и с пластинчатой кости — tibia полувзрослого цыпленка — развивается на аллантоисе очень сходно, с образованием большого количества энергично размножающихся остеобластов.

Отделение гистогенеза
Института экспериментального морфогенеза.
Москва—Останкино.

Поступило
15 X 1933.

ON THE POTENCIES POSSESSED BY THE PERIOSTEUM OF PRIMARY AND SECONDARY OSSIFICATION ACCORDING TO THE DATA OBTAINED BY THE CULTIVATION OF PERIOSTEAL GRAFTS ON THE ALLANTOIS

By A. STUDITSKIJ

(*Communicated by N. Nasonov, Member of the Academy, 15. XI. 1933*)

1. THE OBJECT OF THE INVESTIGATION

We have been led to undertake the present investigation by the data obtained from the generally known phenomena connected with the regeneration of the cranial bones of different animals. It is a known fact that lesions of the cranial bones not infrequently present considerable dificulties in practical surgery, owing to the fact that such bones apparently lack the capacity for genuine regeneration, and the healing of the wound is as a rule limited to the formation of a callus and its subsequent calcification. On the other hand, long bones retain their capacity for regeneration until the animal has reached a considerable age. In both instances, the majority of surgeons and histologists attribute this difference in behaviour to the properties possessed by the periosteum, which in the latter case retains its osteogenous properties, while in the former case loses them with the cessation of the animal's growth.

We have based our investigation on the existing data concerning the origin of the periosteum of primary and secondary ossification. The latter is known to form directly from the embryonal mesenchyma, whereas the former is the result of the changes in the perichondrium which covers the cartilaginous base of bones. We were interested to determine whether this difference in origin in any way affected the osteogenic activities of the periosteum during its embryonic development.

With a view of solving this question, we transferred to the allantois periosteal grafts taken from the frontal bone of a chicken embryo at its different stages of development as well as of chickens of varying ages. We also performed analogous periosteal grafting of secondary bones (the periosteum was mostly taken from the femur and the tibia). The results obtained are reported in the present communication.

The time of cultivation lasted from 6 to 11 days; histologic treatment consisted in methods usually applied for developing bones.

2. THE RESULTS OBTAINED BY THE EXPERIMENTS

I. The Growth of Periosteal Grafts of Bones Taken from Long Bones and Transferred to the Allantois

As has been previously described by Dančakova (1924) and Studickij (1932), the periosteum of long bones, on being grafted to the allantois, readily forms both cartilaginous and osseous tissue. The grafts are characterized by a powerful formation of osteoblasts, which in the first days of cultivation are distributed in scores of layers around the forming bone. In the course of further cultivation, most of the osteoblasts are transformed into osseous cells. The process of bone formation spreads from the periphery to the centre of the graft, involving ever increasing numbers of

osteoblastic strata, until the entire supply of osteoblasts, apparently formed in response to the irritation caused by the removal of the periosteum, has been exhausted.

The interesting feature revealed by the differentiation of osseogenic tissue on the allantois is the formation of the cartilage. In this case the osseous tissue is deposited directly on the cartilage and further serves to replace it, developing after the type of an endochondral ossification.

The growth of periosteal grafts of long bones taken from a half-grown chicken is profuse, the graft reaching a considerable size, but its structure being characterized by large quantities of fibrous elements as against a small quantity of osseous tissue.

By drawing a comparison between the growth of the periosteum of embryonic and half-grown bones, we can see that the specific osseoformative potency of the periosteum varies in accordance with its age and that the changes observed are characterized by a decrease in its osteogenic potency.

II. The Growth of Periosteal Grafts Taken from Connective-Tissue Bones and Transferred to the Allantois

At the very earliest stages of the development of a chicken embryo, not only the periosteum, but the whole of the isoloted skull-cap transplanted to the allantois together with the covering skin proves to be lacking in the capacity for organotypical autonomous development. The graft becomes completely dissolved.

The growth of periosteal grafts is also very inconsiderable in the later stages of embryonic development. We observed most frequently the diffused excrescence of the connective-tissue elements, while the formation of compact nodules consisting of thick fibres spreading radially, with a small number of cells enclosed between them, was of less frequent occurrence.

Periosteal grafts taken from the frontal bone of a growing chicken reveal a marked capacity for independent development, the capacity increasing with an increase in the chicken's age. Thus, while the periosteum of a chicken aged from 1 to 3 days forms small nodules of 2 mm in size, that of a 6 month-old chicken develops in the same time to the size of from 5 to 8 mm. The periosteum of a 3 month-old chicken sometimes develops osteogenic activities. The developing bone is very small in size and is surrounded by fibrous tissue, but is perfectly typical in structure. Periosteal grafts taken from a 6 month-old chicken show no development of osseous tissue, in spite of their very vigorous growth. The graft consists of fibrous elements and accumulations of cells. The conclusion to be drawn from the above reported investigations is that the capacity possessed by the periosteum of cranial bones for autonomous histotypical development increases with the age of the animal. The osteogenic potency is revealed at a definite stage and then again disappears, apparently in connection with the cessation of the animal's growth.

3. CONCLUSIONS

The numerous investigations which have been carried out in connection with the study of the histogenesis of osseous tissue, in spite of their having led to entirely contradictory conclusions, have all dealt with the general phenomena of osteogenesis, i. e. with the formation and the activ-

ity of osteoblasts. Without going into a detailed discussion of the subject, which was expounded by Hintzsche (1927) in his excellent summarizing article, we shall still touch upon certain sides of the question. The idea advanced by Weidenreich (1924) that only the secondary, the so-called laminate bone (*Schalenknochen*), is connected with the osteogenic activity of osteoblasts, while the coarsely fibrous bone is formed without their aid, has been supported by Leriche and Policard (1926), in as far as they both completely deny the osteogenic functions of osteblasts, believing bone-formation in general to be a colloido-chemical process occurring without the direct participation of cells. These authors consider osteoblasts to be degenerative forms of fibroblasts perishing from insufficiency of nutrition.

The data we have obtained in no way correspond to either of the two advanced explanations of the osseoformative process. The formation of bone in isolated periosteal grafts has shown that the periosteum is a determinate tissue. The vigorous propagation of osteoblasts in the grafts is an evidence of the active part they play in osteogenesis, on the one hand, and of their complete vitality, on the other. The absence of bone formation in periosteal grafts of connective-tissue bones seems to indicate that the formation of bones is not due to the peculiarities of calcic metabolism, which is probably the same in both cases, but depends on a number of other conditions. On the other hand, the mere presence of osteoblasts is not sufficient to produce the development of osseous tissue. The periosteum of connective-tissue bones requires yet certain additional conditions to reveal its osteogenic potency.

The difference shown by the development of the periosteum of connective-tissue bones and that of long bones on the allantois serves to indicate that the morphological unity of their structure is by no means a proof of their physiological unity as well. There is an essential difference between the osteogenic tissues of bones originated from connective and cartilaginous tissues, which becomes manifest under conditions of their isolated development. However, we have not had the opportunity to observe the difference which has been pointed out by Weidenreich, i. e. the difference between the periosteum of laminate and fibrous bones. The periosteum removed from a fibrous bone (embryonal tibia) and that from a laminate bone (tibia of a half-grown chicken) show very similar development on the allantois, being in both instances characterized by a profuse formation of vigorousy multiplying osteoblasts.

Department of Histogenesis
of the Institute of Experimental Morphogenesis.
Moscow—Ostankino.

Received
15. X. 1933.

Доклады Академии Наук СССР 1934
Comptes Rendus de l'Académie des Sciences de l'URSS

ГЕНЕТИКА

А. А. ПРОКОФЬЕВА

ИССЛЕДОВАНИЕ МОРФОЛОГИИ ХРОМОЗОМ НЕКОТОРЫХ РЫБ И АМФИБИЙ

(Представлено академиком ВУАН А. Л. Сапегиным 17 XI 1933)

Одной из очередных задач, стоящих перед современной генетической цитологией, является разрешение вопроса: распространяются ли на хромозомы животных закономерности строения и изменения, обнаруженные у хромозом растений,* или же кариологическая эволюция животных и растений шла различными путями?

Настоящая работа касается предварительного анализа хромозом некоторых рыб и амфибий.

I. МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Материалом для исследования строения хромозом рыб служили: 1) *Salmo fario* L. (форель), 2) *Salmo salar* L. (лосось), 3) *Coregonus lavaretus baeri* Kessler (сиг) и гибриды: 1) *Salmo salar* × *Salvelinus fontinalis* (американская палия), 2) *Coregonus baeri* × *Salvelinus fontinalis*, 3) *Salmo salar* × *Salmo fario*, 4) *Coregonus baeri* × *Salmo salar*. Для исследования бралась искусственно оплодотворенная икра этих рыб через 5—10 дней после оплодотворения.

Икра фиксировалась (сутки) целиком и затем переносилась в дестиллированную воду, где и проводилось отпрепарирование зародыша из каждой икринки. В последующую затем промывку в проточной воде (сутки) таким образом шли зародыши, освобожденные от икры. Тщательность промывки несомненно явилась одной из тех причин, благодаря которой ни в одном из исследованных объектов не было обнаружено слипания хромозом, как это описывается в предыдущих кариологических исследованиях рыб (Katstschenko, 1890; Schreiner, 1904). После промывки материал обычным способом проводился через спирты, ксилол и парафин.

Материалом для исследования строения хромозом амфибий служили только-что вышедшие из икры личинки *Amblystoma tigrinum* и *Triton taeniatus* (*Urodela*) и *Rana temporaria* (*Anura*). Личинки размерами от 0.8 до 1.3 см целиком опускались в фиксирующую жидкость, где разрезались на мелкие кусочки и в таком виде проводились через всю дальнейшую обработку.

Для выявления морфологии хромозом рыб и амфибий был взят прежде всего фиксаж Левитского (хром-формол), давший наилучшие результаты для расчленения хромозом растений.

* 1) Каждая хромозома имеет первичную перетяжку, которая возникла, повидимому, вместе с самими хромозомами как место прикрепления нитей веретена.

2) В процессе эволюции первоначально равноплечие хромозомы претерпевают редукцию своего вещества, что ведет к дальнейшей диференцировке плеч с образованием члеников, головок и спутников. Они составляют вторичное расчленение тела хромозомы.

Мною были испробованы следующие комбинации компонентов хром-формола:

	I	II	III	IV
10% формалин	5	7	8	3
1% хромовая кислота	5	3	2	7

Такие же комбинации компонентов были взяты для хром-формола в 5 раз более крепкого состава (50% формалин и 5% хромовая кислота).

II. СПЕЦИАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

А. Рыбы

Среди немногих кариологических исследований этой группы позвоночных, касающихся главным образом общего описания фаз развития или процессов сперматогенеза и огенеза (Oppermann, 1913; Ravitz, 1899 и др.), имеются лишь работы Agar'a (1911, 12, 13), касающиеся специально вопроса строения хромозом у двоякодышащей рыбы *Lepidosiren paradoxa* и дающие весьма ценный материал для поставленной нами проблемы. Объектом моего исследования служили наши промысловые рыбы — лосось, сиг и форель. Хромозомы этих рыб описываются здесь впервые.

1. Лосось (*Salmo salar* L.). Лучшие результаты для выявления расчленения хромозом получены после фиксации икры шестого дня развития крепкой смесью хром-формола состава 5.5.

Анализ метафаз показывает их строение из 60 хромозом. Большая часть хромозом обнаруживает строение из двух плеч, благодаря присутствию медианной, субтерминальной и/или терминальной перетяжки. По положению перетяжки и по длине хромозом в наборе можно наметить следующие четыре основных их типа у лосося:

1) длинные равноплечие хромозомы,
2) длинные неравноплечие хромозомы,
3) длинные головчатые хромозомы,
4) короткие головчатые хромозомы,
5) хромозомы со спутниками — одна пара.

Длинных равноплечих хромозом в наборе лосося 4 пары. Эти хромозомы труднее всего поддаются расчленению. Перетяжка имеет вид легкого сжатия в теле хромозомы.

Длинных неравноплечих хромозом в наборе лосося 2 пары. Перетяжка в виде легкого сжатия.

Крупных и коротких головчатых хромозом различной длины в наборе лосося больше всего. Они представляют собою хромозомы, у которых одно из плеч редуцировано до степени крохотной головки. Расчленение этих хромозом обнаруживается легче всего. Перетяжка в некоторых из них имеет вид ясно выраженного ахроматического перерыва между головкой и длинным плечом хромозомы.

Часть хромозом лосося не удалось расчленить. Они имеют вид так называемых „палочкообразных" хромозом, часто описываемых в различных группах животных.

2. Форель ручьевая (*Salmo trutta* morpha *fario*). Несмотря на ту же методику обработки, хромозомы форели в некоторых случаях обнаружили большую тенденцию к слипанию. Лучшие результаты получены после фиксации 6-дневных зародышей крепкой смесью хром-формола состава 8.2.

Общее соматическое число хромозом при дроблении клеток зародыша равно 84. Большая часть хромозом имеет ясно выраженное билатеральное строение, благодаря присутствию медианной, субмедианной или терминальной перетяжки. Хромозомы можно распределить в те же 4 основные группы, как у предыдущего вида. Перетяжка во всех группах имеет вид сжатия, очень резко выраженного у некоторых хромозом. У головчатых хромозом иногда наблюдается ахроматический перерыв между длинным плечом и головкой.

3. Сиг (*Coregonus baeri*). Расчленение хромозом этого вида достигается с трудом. После фиксации 5-дневных зародышей крепкой смесью хром-формола состава 5.5 можно наметить следующую предварительную группировку хромозом по их длине и положению перетяжки.

1) Длинные равноплечие хромозомы — шесть пар. Три пары особенно выделяются своими размерами. Перетяжка в виде легкого сжатия, неодинаково отчетливо выраженного в разных хромозомах.

2) Длинные неравноплечие хромозомы — две пары. Перетяжка в виде легкого сжатия.

3) Длинные головчатые хромозомы. Головка видна более или менее отчетливо и во всех случаях отделена от другого плеча легким сжатием.

4) Короткие головчатые хромозомы — составляют большинство хромозом сига. Головка выражена неодинаково отчетливо на всех хромозомах.

Морфология части хромозом после фиксации крепкой смесью 5.5 осталась не выявленной.

Общее соматическое число хромозом сига в клетках зародыша равно 80.

4. Гибриды. Из исследованных гибридов рыб наиболее интересные результаты получены при анализе соматических пластинок *Salmo salar* × *Salvelinus fontinalis* и *Coregonus baeri* × *Salvelinus fontinalis*. Хромозомы *Salvelinus fontinalis* (американская палия) представляют, повидимому, некоторые отличия от описанных выше хромозом форели и сига.

Гибрид *Salmo Salar* × *Salvelinus fontinalis* имеет 70 хромозом, и гибрид *Coregonus baeri* × *Salvelinus fontinalis* — 80 хромозом, из чего следует, что диплоидный набор *Salvelinus fontinalis* содержит 80 хромозом. Кроме уже выявленных нами 4 типов хромозом, таких же, как у форели и сига, эти гибриды имеют в своем кариотипе головчатые хромозомы с отчетливо выраженными спутниками. Это первый случай вторичного расчленения хромозом найденный у животных. Перетяжка во всех типах хромозом после фиксации крепкой смесью 5.5 прекрасно выражена у обоих гибридов. Во многих головчатых хромозомах перетяжка имеет вид ахроматического перерыва.

Б. Амфибии

1. *Triton taeniatus* L. Многочисленными цитологическими исследованиями этого вида установлено правильное число (2=24) и V-образная форма хромозом (Janssens, 1900, 01, 02, 04 и др.). Наиболее полное расчленение хромозом тритона было получено мною после фиксации крепкой смесью хром-формола состава 8.2. Анализ метафаз клеток эпидермиса обнаруживает совершенно ясное расчленение каждой хромозомы посредством перетяжки на два плеча. Форма перетяжки у различных хромозом имеет различный вид. В большинстве случаев она представлена ахроматическим перерывом в виде поперечной щели в теле хромозомы. У некоторых хромозом перетяжка имеет вид тонкой, иногда очень длинной перемычки, соединяющей оба плеча хромозомы. У третьей группы хромозом перетяжка имеет вид более или менее отчетливого сжатия.

Положение этой первичной перетяжки (attachment constriction) строго постоянно для каждой из 24 хромозом соматического набора *Triton taeniatus*, давая возможность определить индивидуальность отдельных хромозом. На основании исследования ряда пластинок можно установить следующую предварительную группировку хромозом соматического набора тритона:

I, II и III — три пары длинных, приблизительно равноплечих хромозом. Перетяжка или в виде ахроматического перерыва, или в виде перемычки.

IV и V — две пары длинных неравноплечих хромозом. Перетяжка всегда легко обнаруживается и имеет вид перемычки между двумя неравными плечами.

VI и VII — две пары равноплечих хромозом средних размеров. Перетяжка в виде ахроматического перерыва.

VIII, IX, X — три пары сильно неравноплечих хромозом. Перетяжка чаще всего или в виде ахроматического перерыва или легкого сжатия.

XI и XII — две пары маленьких неравноплечих хромозом. Перетяжка чаще всего в виде ахроматического перерыва.

2. Аксолотль. Ранние исследования соматических хромозом аксолотля (Kölliker, 1889; Jenkinson, 1904, 1913, 1919) определили число хромозом (2=24—28) и наметили приблизительную форму хромозом в виде длинных V.

Лучшие результаты для выявления морфологии хромозом аксолотля мною были получены после фиксации личинок слабой смесью хром-формола состава 7.3. Несмотря на большую толщину срезов (25 μ), этот фиксатор после окраски препаратов гематоксилином Гейденгайна дает полную прозрачность клеток. После данной фиксации большая часть хромозом аксолотля обнаруживает ясное расчленение на два плеча посредством первичной перетяжки, так же, как это наблюдалось у хромозом тритона. У аксолотля можно наметить два основных типа перетяжек:

1) Перетяжки в виде очень тонкой, при сильной дифференцировке едва заметной, иногда очень длинной перемычки между обоими плечами хромозомы.

2) Перетяжки в виде простого сжатия в теле хромозомы. На некоторых хромозомах выявить перетяжки не удалось. На основании постоянства положения перетяжки можно наметить следующую предварительную группировку хромозом аксолотля:

I, II и III — три пары длинных равноплечих хромозомы. Перетяжка в виде тонкой длинной нити.

IV, V — две пары длинных неравноплечих хромозомы. Перетяжки в виде длинной нити.

VI — одна пара приблизительно равноплечих хромозом средних размеров.

VII, VIII, IX и X — четыре пары сильно неравноплечих хромозом. Перетяжки или в виде сжатия, или тонкой нити.

XI и XII — две пары маленьких неравноплечих хромозом с перетяжкой в виде сильного сжатия, иногда переходящего в ахроматический перерыв.

3. *Rana temporaria*. Из имеющихся исследований хромозом этого рода наиболее полное произведено Witschi (1924) и японскими цитологами Iriki (1932) и Makino (1932). Этими работами установлено число хромозом (2=26), выявлена V-образная форма длинных хромозом и намечена приблизительная группировка хромозом по длине.

Лучшее расчленение хромозом *Rana temporaria* было получено после фиксации личинок крепкой смесью хром-формола с става 8 2. Также как у аксолотля не все 26 хромозом *Rana temporaria* одинаково легко подвергаются расчленению. Оно вполне отчетливо видно на всех крупных хромозомах и у некоторых маленьких. В этих хромозомах совершенно ясно видно их строение из двух плеч благодаря присутствию поперечной перетяжки. Перетяжка имеет вид тонкой перемычки между обоими плечами в одних хромозомах, сильного сжатия в других и в третьих она представлена ахроматическим перерывом.

Ясные морфологические отличия хромозом позволяют наметить следующую предварительную их группировку:

I — одна пара длинных, почти равноплечих хромозом с перетяжкой в виде тонкой нити, соединяющей оба плеча.

II — пара длинных, слегка неравноплечих хромозом.

III и IV — две пары равноплечих хромозом средних размеров.

V и VI — две пары сильно неравноплечих хромозом.

VII — пара маленьких, почти равноплечих хромозом.

VIII—IX—X и XI — маленькие, сильно неравноплечие, почти головчатые хромозомы.

XII и XII — две пары самых маленьких головчатых хромозом.

При сравнении хромозом внутри пластинки у *Rana temporaria* получается гораздо большая разница между самой длинной парой и остальными хромозомами, чем у хвостовых амфибий (тритон и аксолотль). Другими словами „коэфициент редукции“ гораздо выше у более развитых групп. В этом имеется полное совпадение с результатами, полученными для растений (Левитский, 1931).

Несистематизированные данные о билатеральном строении хромозом имеются почти для всех типов животных [Häcker (1892, 95) для *Cyclops*; Metz (1914) для *Diptera*; Robertson (1916) для *Orthoptera*; Agar (1911, 12) для некоторых *Pisces*; Iriki (1932) и Makino (1932) и др. для *Amphibia*: Nakamura (1927, 28, 32) для *Reptilia*; Sokolow und Trofimow (1933) для птиц; Буторин (1933) для мыши].

Специально предпринятое нами настоящее исследование на материале двух первых классов позвоночных показало, что перетяжки у хромозом исследованных рыб и амфибий, также как у хромозом растений (Левитский, 1931), являются основой их морфологической структуры, придавая им определенную внешнюю организацию.

Обнаружение перетяжек у хромозом животных является вопросом техники.

Институт генетики Академии Наук.
Ленинград.

Поступило
3 XI 1933.

GENETICS

INVESTIGATION ON THE CHROMOSOME MORPHOLOGY OF SOME PISCES AND AMPHIBIA

By A. PROKOFJEVA

(Communicated by A. Sapegin, Member of the Academy of Sciences of the Ukraine, 17.XI.1933)

SUMMARY

1. The problem to be solved in this investigation is considered to be the elucidation of the nature of the V-shaped chromosomes of some Amhibia (*Triton taeniatus*, axolotl, *Rana temporaria*) and the chromosome morhpology of some Pisces (*Salmo salar*, *Salmo fario*, *Coregonus baeri*, and somehybrids).

2. A mixture of 50% formalin with 5% chromic acid at a ratio of 8:2 (for *Triton taeniatus* and *Rana temporaria* chromosomes), as well as a mixture of 10% formalin with 1% chromic acid at a ratio of 7:3 (for axolotl chromosomes) and a mixture of 50% formalin with 5% chromic acid at a ratio of 5:5 (for Pisces chromosomes), have proved to be the best fixatives for exposing the structure of the chromosomes of the species under investigation.

3. After such a fixation the chromosomes of the species studied have clearly shown their structure. They consisted of two arms joined by a median or submedian constriction, and this structure proved to be strictly constant for each chromosome. Owing to this, it has been possible to suggest a preliminary grouping of chromosomes for each species.

4. The structure of the constriction differs in various chromosomes of the investigated species of the Amphibia. They may assume either the shape of a long, thin chromatic fibre joining both the arms together, or that of an achromatic break, or that of a strongly marked constriction in the chromosome body.

5. The chromosomes of all the fishes investigated have clearly displayed a bilateral structure. According to the position of the constriction and the length of the chromosome arms, these chromosomes may be divided into 4 types: long equilateral ones; long inequilateral ones; long headed ones, and small headed ones.

6. The study of the chromosome plates of 6—8 day embryos has given chromosome numbers ($2n$): for *Salmo salar* — 60; *Salmo fario* — 84; *Coregonus baeri* — 80; for hybrids: *Coregonus baeri* × *Salvelinus* — 80 and *Salmo salar* × *Salvelinus fontinalis* — 80.

7. In the chromosome plates of *Salmo salar* × *Salvelinus fontinalis* and *Coregonus baeri* × *Salvelinus fontinalis* hybrids there have been discovered chromosomes with satellites, which seem to be chromosomes of the karyotype of *Salvelinus fontinalis*.

8. Since there exist for almost every type of animal data on bilateral chromosome structure which have not as yet been systematized, it seems quite probable that the chromosome constrictions in animals, identical with those in plants (Levitsky, 1931), are the basis of the morphological structure of chromosomes and give them a definite external organization. The discovery of constrictions in animal chromosomes is apparently a question of technique.

9. The chromosome structure of the species under investigation corresponds to the principles of structure revealed in plants and gives grounds for supposing a process of karyological evolution common to both the animal and vegetable kingdom.

Institute of Genetics
of the Academy of Sciences. Leningrad.

Received
3. XI. 1933

Доклады Академии Наук СССР 1934
Comptes Rendus de l'Académie des Sciences de l'URSS

ФИЗИОЛОГИЯ РАСТЕНИЙ

С. В. СОЛДАТЕНКОВ и М. Г. КУБЛИ

ВЛИЯНИЕ ЭТИЛОВОГО СПИРТА НА СОЗРЕВАНИЕ ТОМАТ

(*Представлено академиком А. А. Рихтером 1 XII 1933*)

Попыткам ускорить созревание плодов действием различных химических веществ посвящено уже много работ. Инициатива и ведущая роль в этом вопросе принадлежит, бесспорно, американским исследователям. Впервые Винсон (1) широко испытал действие свыше сотни органических соединений на созревание фиников. Однако, ни одно из употребленных им веществ не нашло в дальнейшем сколько нибудь заметного практического применения.

В настоящее время только этилен, благодаря работам, главным образом, Гарвея (2), Денни (3), Роза (4), стал производственным средством для искусственного дозревания различных плодов, убранных в незрелом виде.

Ряд соображений и сопоставление литературных данных привели нас к выводу, что от этилового спирта также можно ожидать стимулирующего влияния на дозревание. В настоящем кратком сообщении мы излагаем результаты работ 1932—33 гг.

1. Методика

Для опытов мы пользовались плодами томат сортов „Эрлиана", „Лучший из всех" и „Бизон". Плоды для опыта и контрольные выбирались по возможности одинаковой величины, при том всегда на одной и той же кисти и в непосредственном соседстве. Этиловый спирт из расчета 1 см^3 на 100 г живого веса вводился медицинским шприцем в средину плода. Последний оставался на растении до полного созревания. Инъекция производилась как 96° спирта, так и его растворов — 48%, 24%, 12%. Для опыта употреблялись вполне выросшие плоды, а также и достигшие только 20—30 г веса.

2. Результаты

Сорт „Лучший из всех":

1. Инъекция 1 см^3 96° спирта — 9 VIII; полная зрелость 20 VIII.
2. „ „ „ „ „ „ 27 VIII.

Сорт „Эрлиана":

1. Инъекция 1 см^3 12% спирта 16 VIII; полная зрелость 5 IX.
2. „ „ „ „ „ „ 5 IX.

Контрольные плоды во всех случаях оставались совершенно зелеными до 14 IX.

Результаты первого же опыта 1932 г. показывают, что 96° спирт ускоряет дозревание, доводя плод до полной спелости через 11—17 дней после инъекции; 12% раствор также ускоряет дозревание, но несколько слабее. Необходимо отметить, что 96° спирт, ускоряя созревание, в то же

время совершенно останавливает рост плода, 12% спиртовой раствор роста не задерживает. Причина этого явления не выяснялась. Весьма вероятно, что в этом случае происходит усиленная трата ассимилятов на дыхание, повышенное в связи с ускоренным созреванием. По вкусовым качествам инъецированные плоды от нормально созревших не отличаются.

В 1933 г. опыты по обработке томат методом инъекции производились преимущественно на сорте „Бизон". Как только появились первые нормально развившиеся плоды, была произведена инъекция спирта — 96°, 12%, 24% и 48%. Для каждой концентрации взято по 3 плода для опыта и контроля. Результаты даны в таблице. Цифры в ней обозначают дни изменения окраски, считая с момента инъекции, а буквы *a*, *b*, *c* — инъецированные плоды и соответствующие им контрольные.

Концентрация спирта	Время изменения окраски в днях			Разница в созревании
	Желтый	Оранжевый	Спел. красн.	
Инъекция 1 VII				
1 см³ 96°	12 *a**	18 *a*	22 *a*	8 дней
Контроль	26 *a*	28 *a*	30 *a*	
1 см³ 48%	12 *a* и *b***	18 *a* и *b*	22 *a*, 19 *b*	11 „
Контроль	28 *a*, 26 *b*	32 *a*, 28 *b*	34 *a*, 30 *b*	
1 см³ 24%	14 *a*, *b*, *c*	17 *a*, *b*, *c*	19 *a*, *b*, *c*	11—16 дней
Контроль	32 *a*, 26 *b* и *c*	34 *a*, 28 *b* и *c*	35 *a*, 30 *b* и *c*	
Повторная инъекция 10 VII				
1 см³ 96°	14 *a*	16 *a*	17 *a*	14 дней
Контроль	26 *a*	28 *b*	31 *a*	

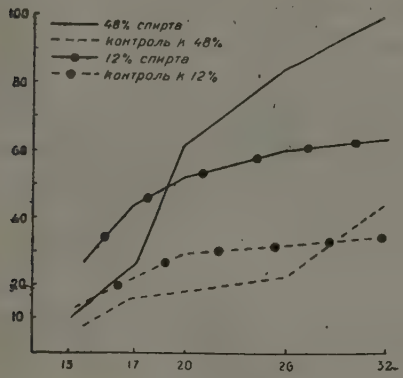
* *b* и *c* отвалились 3 VII
** *c* отвалился 5 VII

Сравнение цифр показывает, что ускорение созревания, независимо от концентрации, колеблется от 8 до 16 дней, причем высокая концентрация (96°) вызывает иногда отпадение плода. Дальнейшие повторения опытов давали неизменно положительный аналогичный результат.

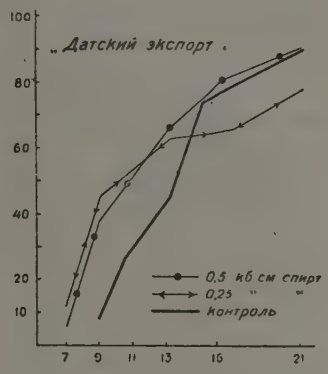
21 июля, когда уже появились нормальные плоды в большом количестве, для опытов было отобрано 40 растений, из них 24 для опытов, 16 для контроля. На каждом отведенном растении все плоды, достигшие нормальной величины, инъецированы одним из двух растворов спирта — 48% или 12%. Результаты этого опыта даны в виде кривых (фиг. 1). На горизонтали отложено время в днях с момента инъекции (21 VII), на вертикали количество в процентах совершенно спелых плодов с каждого варианта.

В этом опыте, как видно из кривой, наибольшее количество зрелых плодов дал 48% раствор спирта: через 32 дня после инъекции все плоды данного варианта были совершенно спелы, в то время как соответствую-

щий контроль дал зрелых к этому моменту только 45%. Еще резче была разница на 3—4 неделе после инъекции: на 20 день 48% раствор дал 61% зрелых плодов, контроль же только 18%; на 26 день 48% спирт - 84% зрелых, контроль — 24%. Несколько ниже дает цифры 12% спирт, но по сравнению с соответствующим контролем и здесь разница значительна.



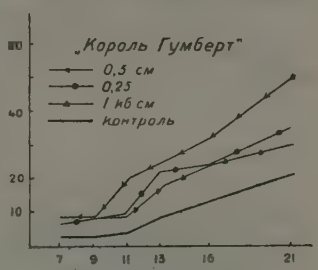
Фиг. 1. (Fig. 1).



Фиг. 2. (Fig. 2).

От этих опытов естественно было перейти к изучению действия паров спирта на дозревание снятых плодов. В этом направлении нами в 1933 г. было поставлено свыше десяти опытов для выяснения оптимальных концентраций и длительности воздействия спирта.

В результате оказалось, что оптимальные концентрации лежат примерно в пределах от 0.5 см³ до 1 см³ спирта на 10 литров объема сосуда. Длительность воздействия не должна превышать 24—30 часов: ежедневная зарядка 1 см³ спирта задерживала созревание на чрезвычайно длительный срок. Мы приводим только два опыта, проведенных на плодах сортов „Датский экспорт" и „Король Гумберт" самой поздней уборки (21 и 29 IX, фиг. 2 и 3). Здесь также наблюдается стимулирующее действие спирта, хотя и менее резко выраженное, чем в опытах с инъекцией, что, возможно, объясняется слишком поздним материалом. Однако, в опыте с сортом „Король Гумберт" разница в количестве зрелых плодов достаточно высока в пользу опыта, достигая двойной величины.



Фиг. 3. (Fig. 3).

На основании проведенных опытов, часть которых изложена в настоящем сообщении, мы приходим к выводу, что этиловый спирт заслуживает серьезного внимания как одно из средств ускорения дозревания томат, и что в данном направлении желательно углубление и расширение работ.

Лаборатория физиологии растений
Петергофского биологического института
и Лаборатория физиологии и биохимии растений
Академии Наук. Ленинград.

Поступило
1 XII 1933.

THE EFFECT OF ETHYL ALCOHOL ON THE RIPENING OF TOMATOES

By S. SOLDATENKOV and M. CUBLI

(*Communicated by A. Richter, Member of the Academy, 1. XII. 1933*)

A great many papers have been devoted to attempts of hastening the ripening of fruits by the action of different chemical substances. The initiative and leading part in this question undoubtedly belongs to American investigators. Vinson (1) was the first to test the action of more than a hundred organic compounds on the ripening of dates. However, not one of the substances used by him has proved of any practical use.

As a result of the researches of Harvey (2), Denny (3), and Rosa (4), ethylene alone has become the means of artificially ripening different kinds of fruit gathered in an unripe condition.

Numerous considerations and the study of literary data have led us to the conclusion that a stimulating effect on the ripening may be also expected from ethyl alcohol. In this short paper we give an account of the results of our work during the years 1932—1933.

1. Method

We used for our tests the following varieties of tomato: "Erliana", "Best of all", and "Bison". The fruits for the tests, as well as those left for control, were selected as much as possible of the same size and always from the same cluster and growing closely together. One cubic cm of ethyl alcohol to every 100 g of living weight was injected into the fruit with a surgical syringe.

The fruit remained on the plant till it was quite ripe. 96° alcohol and its solutions of 48%, 24%, and 12%, were injected. Full grown fruits, as well as those which had only reached the weight ot 20—30 g, were used for the tests.

2. Results.

"Best of all" tomato:

1. Injection of 1 cubic cm of 96° alcohol 9 VIII — full ripeness 20 VIII.
2. „ „ „ „ „ „ „ „ „ „ 27 VIII.

"Erliana" tomato:

1. Injection of 1 cubic cm of 12% alcohol 16 VIII — full ripeness 5 IX.
2. „ „ „ „ „ „ „ „ „ „ 5 IX.

In all the above cases the fruits left for control remained quite green till September 14.

The results of the very first test of 1932 show that 96° alcohol accelerates ripening, bringing the fruit to a state of full ripeness within 11—17 days after the injection. A 12% solution also accelerates ripening, but in a lesser degree. It is necessary to note that 96° alcohol, while hastening the ripening, completely stops the growth of the fruit, whereas a 12% solution of alcohol does not stop it. The cause of this has not been

ascertained. It is very probable that a great expenditure of assimilants takes place in this case, as the breathing of the tomato is quickened in connection with the accelerated ripening. The injected fruits do not differ in taste from those which have ripened normally.

In 1933 tests by the injection method were carried on mostly with tomatoes of the "Bison" variety.

As soon as the first normally developed fruits appeared, injections of 96° alcohol and of 12%, 24%, and 48%, solutions of alcohol were made. For each concentration three fruits were selected for the test and three for control. The results are given in the table below. The figures show the number of days required for the changes in the colouring, dating from the day of the injection, and the letters *a*, *b*, *c* — the injected fruits and their corresponding control fruits.

Concentration of alcohol	Time (expressed in days) for the change of colouring			Difference in the ripening period
	Yellow	Orange	Deep red	
Injection 1 VII				
1 c. cm 96°	12 *a* *	18 *a*	22 *a*	8 days
Control	26 *a*	28 *a*	30 *a*	
1 c. cm 48%	12 *a* and *b***	18 *a* and *b*	22 *a*, 19 *b*	11 "
Control	28 *a*, 26 *b*	32 *a*, 28 *b*	34 *a*, 30 *b*	
1 c. cm 24%	14 *a*, *b*, *c*	17 *a*, *b*, *c*	19 *a*, *b*, *c*	11–16 days
Control	32 *a*, 26 *b*, and *c*	34 *a*, 28 *b*, and *c*	35 *a*, 30 *b*, and *c*	
Second injection 10 VII				
1 c. cm 96°	14 *a*	16 *a*	17 *a*	14 days
Control	26 *a*	28 *b*	31 *a*	

* *b* and *c* dropped on 3 VII
** *c* dropped on 5 VII

A comparison of the figures shows that the hastening of ripening varies from 8 to 16 days, independently of the concentration. A high concentration (96°) sometimes occasions the fall of the fruit. Further repetitions of the test invariably gave the same positive result.

On July 21, when a great number of normal fruits had already appeared, 40 plants were chosen: 24 — for the tests themselves and 16 — for control. On all the plants all the fruits which had reached a normal size were injected with a 48% solution of alcohol. The results of this test are shown by the curves of fig. 1 (p. 87). The horizontal line shows the length of time (in days) from the moment of the injection, while the vertical line shows the per cent of completely ripe fruits in each case (fig. 1).

As wille be seen from the curve the greatest number of ripe fruits was given by the 48% solution of alcohol. 32 days after the injection all the fruits of this variant were absolutely ripe, whereas the corresponding

control fruits showed by this time only 45% of ripeness. 3—4 weeks after the injection, the difference was still greater: on the 20th day the 48% solution showed 61% of ripe fruits, whereas the control fruits — only 18%, on the 26th day the 48% solution showed 84% of ripe fruits, whereas the control fruits — only 24%. A 12% solution of alcohol gives lower figures, but, as compared with the corresponding control fruits, the difference is very great in this case too.

The results of these tests naturally led us to the study of the action of the vapours of alcohol on the ripening of gathered fruits. In 1933 we have made over 10 experiments in this direction for the purpose of discovering optimal concentrations and also the period of the action of alcohol.

The results showed that the range of optimal concentrations is from 0.5 cubic cm to 1 cubic cm of alcohol for a 10 litre vessel. The fruits must not be subjected to the action of the vapours for a period of more than 24—30 hours, a daily charge of 1 cubic cm greatly retarded the ripening. We give here the results of only two tests — one with fruits of the variety "Danish Export" and the other with "King Humbert" of the last gathering in (September 21 and 29, figs 2 and 3, p. 87). The stimulating effect of alcohol is also observed in these cases, although it is not so great as in the case of tests with injection. This may perhaps be due to the fruit used having been gathered too late. In the case of "King Humbert", however, the difference in the number of ripe fruits in favour of the test is sufficiently high, reaching its double.

On the basis of our tests, part of which has been described in this paper, we have come to the conclusion that ethyl alcohol as a means of accelerating the ripening of tomatoes deserves serious attention and that wider and deeper investigation in this direction is desirable.

Laboratory of Plant Physiology
of the Peterhof Biological Institute and Laboratory
of the Physiology and Biochemistry of Plants
of the Academy of Sciences. Leningrad.

Received
1. XII. 1933.

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. A. E. Vinson. The Stimulation of Premature Ripening by Chemical Means, Journ. Amer. Chem. Soc., 32, p. 208, 1910.
2. R. B. Harvey & L. O. Regeimbal. Relative Effectiveness and Toxicity of Ethylene, Propylene, Amylene, Esters, and Similar Compounds in the Ripening of Fruits, Proc. Amer. Soc. Plant Physiologists, abstracts of papers, Philadelphia, 1926.
3. F. E. Denny. Hastening the Coloration of Lemons, Journ. Agr. Res., 22, p. 327—329, 1924.
4. I. T. Rosa. Ripening tomatoes, Proc. Amer. Soc. Hort. Sci., 22, p. 315—322, 1925.

Доклады Академии Наук СССР 1934
Comptes Rendus de l'Académie des Sciences de l'URSS

ЗООЛОГИЯ

Е. Ф. ГУРЬЯНОВА

ФАУНА РАКООБРАЗНЫХ КАРСКОГО МОРЯ И ПУТИ ПРОНИКНОВЕНИЯ МОРСКОЙ АТЛАНТИЧЕСКОЙ ФАУНЫ В АРКТИКУ

(Представлено академиком С. А. Зерновым 5 XII 33)

В связи с интенсивными исследованиями Арктики за последнее время накопился большой материал по морской бентонической фауне арктической области в тех ее частях, которые прилегают к берегам нашего Союза. Богатый материал, собранный экспедициями Гос. гидрологического института, Арктического института и Якутской комисси Ак. Наук, осветил в значительной мере ту часть Арктики, которая до сих пор, в смысле морской бентонической фауны, была белым пятном. Это относится главным образом к северной части Карского моря и моря Лаптевых. Зоогеографический анализ фауны *Isopoda* и *Amphipoda* Карского моря дал несколько неожиданные и очень интересные результаты. Анализ этот дает основные предпосылки к выводу о путях проникновения элементов атлантической фауны в Арктику. В настоящее время в Карском море известен 21 вид *Isopoda* и около 180 видов *Amphipoda*. Кроме такого относительно богатого видового состава, фауна *Isopoda* и *Amphipoda* Карского моря отличается необычайным разнообразием и пестротой в смысле ее зоогеографического состава.

В Карском море насчитывается по крайней мере 7 различных по своему происхождению групп видов.

1. Первую группу составляют арктическо-бореальные циркумполярные виды, широко распространенные по всей Арктике и спускающиеся далеко к югу в северную часть бореальной области. Эти виды (*Munnopsis typica*, *Anonyx nugax*, *Rhachotropis aculeata*, *Arrhis phyllonyx* и мн. другие) составляют около 50% числа всех видов Карского моря, образуя основу его фауны.

2. Во вторую группу входят виды высоко-арктические, циркумполярные в Арктике, но совершенно не заходящие в субарктическую ее часть, не встречающиеся ни в юго-западной части Баренцова моря, ни в районе Дэвисова пролива, т. е. не проникающие в районы с постоянными положительными придонными температурами (*Socarnos bidenticulatus*, *Acanthostepheia malmgreni* и др.).

3. Третью группу образуют виды, встреченные только в Карском море, эндемики этого моря (*Hippomedon rylovi*, *Ischyrocerus brusilovi*, *Caprella sedovi*, *Monoculodes hanseni* и др.).* Эти три первые группы образуют основное ядро фауны ракообразных Карского моря. К этому ядру прибавляются еще чуждые элементы, составляющие 4 остальных зоогеографических группы, а именно: *а*) формы восточного сектора Арктики (IV группа — *Synidothea bicuspida*, *Paramphithoe polyacantha*, *Acanthostepheia pulchra*, *Lembos arcticus*, *Mesi-*

* Эндемизм этих видов нужно понимать лишь условно, т. к. весьма вероятно, что при дальнейших исследованиях они будут обнаружены и в других высокоарктических районах Арктики.

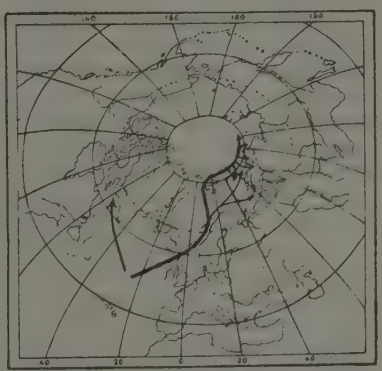
dothea sibirica и др.), географическое распространение которых лежит к востоку от Новой Земли до Берингова пролива, в море Бофорта и частично в северной части Берингова моря; b) субарктические формы Баренцова моря (V группа — *Phoxocephalus holbölli*, *Haliragoides inermis*, *Epimeria loricata*, *Unciola leucopis* и др.), для которых Карское море является крайней восточной границей распространения; *c*) формы Полярного бассейна (VI группа — *Amathillopsis spinigera*, *Halirages quadridentatus*, *Gnathia stygia* и др.), встреченные раньше в языках больших глубин, заходящих в юго-западную часть Арктики между Скандинавией и Гренландией; *d*) формы атлантического происхождения бореального типа (VII группа — *Pardalisca abyssi*, *Schisturella pulchra*, *Neohela monstrosa*, *Erictonius brasiliensis* и др.), более или менее глубоководные, распространенные в северной части Атлантического океана и не заходящие в Баренцово море.

Уже этот анализ фауны ракообразных показывает, что Карское море находится под влиянием не только прилегающих к нему Баренцова моря, моря Лаптевых и Полярного бассейна, но и под значительным влиянием северной части Атлантического океана. Каким образом это влияние осуществляется, сразу становится ясным, если рассмотреть распределение всех 7 зоогеографических групп видов карских ракообразных в пределах самого Карского моря. Распределение их стоит в тесной связи с рельефом дна и распределением соленостей. Первые три группы, т. е. банальные арктические циркумполярные виды, виды высоко-арктические и эндемики распределены по Карскому морю более или менее равномерно, встречаясь на разных глубинах. Совсем не то наблюдается в отношении четырех последних групп; их распределение в Карском море мозаично и вполне закономерно. Так формы восточного сектора Арктики обнаружены лишь в южном мелководном более или менее опресненном районе, прилегающем к берегам Таймыра, Я-Мала и Вайгача. Это указывает на то, что на пути своего распространения на запад формы восточного происхождения, прежде чем попасть в Карское море, подвергаются отбору, причем происходит отбор специально форм мелководных эврибионтных. Отсюда ясно, что постоянные формы проникают в Карское море через проливы между Таймыром и Северной Землей, и что море Лаптевых, мелководное и опресненное, является тем фильтром, который пропускает на запад только тех из восточных форм, которые выживают в суровых условиях мелководья и пониженных соленостей. Некоторые из этих форм (*Synidothea bicuspida*, *Lembos arcticus*) проходят еще и дальше к западу от Новой Земли, встречаясь в печорском районе Баренцова моря.

Пятая группа видов, „формы Баренцова моря", в Карском море образуют две группы — одни из них, более или менее глубоководные, распространены в районе больших глубин Карского моря, главным образом в глубоком желобе вдоль восточного побережья Новой Земли и по-видимому попадают сюда с севера, огибая мыс Желания; другие же формы, мелководные, встречены в мелководных районах, прилегающих к новоземельским проливам, и проникают, из Баренцова моря в Карское, повидимому, через Карские Ворота и Югорский Шар.

Формы Полярного бассейна (VI группа) обнаружены в максимальных глубинах в 500—450 м на дне глубокого языка, вдающегося в северную часть Карского моря с NW между мысом Желания и островом Визе и, повидимому, имеющего непосредственное соединение с глубинами Полярного бассейна. Часть из представителей форм Полярного бассейна проникает по Новоземельскому желобу отчасти и в южную часть

Карского моря. Кроме того формы полярного бассейна появляются и в проливе Вилькицкого, поднимаясь там же на глубины до 200—150 м. Наиболее интересно для нас распределение в Карском море форм атлантического происхождения. Эти виды распределяются в северной части Карского моря по склонам глубоких желобов на глубинах от 150 до 200—300 м. Большая часть их распространяется вдоль склона первого желоба между Новой Землей и островом Визе и оттуда спускается к югу по Новоземельскому желобу; те же самые виды добыты по восточному склону подводного хребта, соединяющего о. Визе и о. Единения, во втором глубоком желобе, вдающемся с NW в северную часть Карского моря между о. Визе и о. Шмидта. Интересно отметить, что атлантические виды кроме того появляются в проливе Шокальского между островами Северной Земли. Для того чтобы уяснить тот путь, по которому идет проникновение атлантических видов в Карское море, посмотрим, каково же географичеекое распространение этих видов. K. Stephensen (1) дает карту местонахождений видов рода *Pardalisca* и в том числе *Pardalisca abyssi*, одного из наиболее характерных видов в группе атлантических видов, обнаруженных в Карском море. На этой карте отчетливо видно, что *P. abyssi* в своем распространении из северной части Атлантического океана в Арктику идет с одной стороны в Дэвисов пролив, а с другой стороны вдоль берегов Норвегии, затем по склону континентальной ступени, не заходя в Баренцово море, прямо на север к западному Шпицбергену. Наши данные дополняют карту Стефенсена в том отношении, что *P. abyssi* встречены к северу от Шпицбергена, в море королевы Виктории к северу от Земли Франца Иосифа, в северной части Карского моря и в проливе Шокальского. Аналогичное географическое распространение имеют и другие виды последней (VI-ой) зоогеографической группы видов Карского моря (*Neohela monstrosa*, *Paralibrotus setosus*, *Schisturella pulchra*). Сопоставляя вместе все эти данные, можно представить себе следующий путь, по которому атлантические формы распространяются в Арктику. Имеются два главных пути (см. карту). Один путь лежит вдоль южного склона порога В. Томсона по глубинам, заходящим в Дэвисов пролив, и оттуда продолжающийся в Баффинов залив. Второй путь позволяет представителям атлантической фауны проникать в самое сердце Арктики. Пройдя через порог В. Томсона, атлантические формы устремляются к NO вдоль склона континентальной ступени, проходят у берегов Норвегии (распространяясь и по большим глубинам открытых фиордов), затем, минуя Баренцово море, идут к западному Шпицбергену, огибают его с севера и, продолжая двигаться вдоль склона континентальной ступени, направляются на восток, обходя с севера Землю Франца Иосифа и Северную Землю.



Пути проникновения морских атлантических форм Amphipoda в Арктику.

На этом главном пути имеется ряд ответвлений к Югу. Первая ветвь заходит в северную часть Баренцова моря с NO, огибая восточные

берега Земли Франца-Иосифа. Вторая ветвь заходит с NW в Карское море между северной оконечностью Новой Земли и островом Визе и проходит в южную часть Карского моря вдоль восточного берега Новой Земли. Третья ветвь идет также с NW между о. Визе и о. Шмидта в северную часть Карского моря и, наконец, четвертая огибает с севера Северную Землю, проходит у восточного берега и заходит в пролив Шокальского. Этот путь из северной части Атлантики в Карское море, повидимому, проделали те из представителей атлантической фауны, которые более или менее глубоководны; те же формы атлантического происхождения, батиметрическое распространение которых лежит в пределах 200—100 м или еще меньших глубин, проходят в Карское море через Баренцово море и Новоземельские проливы.

Если попробовать сопоставить данные по распространению атлантических форм Карского моря с данными по распределению атлантических вод в Арктике, то получается полное соответствие между ними. Что касается первой части пути атлантических форм, проникающих в Арктику, то нет сомнений, что в Дэвисов пролив они заходят вместе с течением Ирмингера, а вдоль берегов Норвегии и западного Шпицбергена с водами Атлантического течения (мелководные атлантические виды в Баренцовом море распространяются по путям Нордкапского течения). Сомнения может вызвать главным образом та часть пути, которая проходит вдоль континентальной ступени к северу от Шпицбергена, Земли Франца Иосифа и Северной Земли и ответвления к югу в Северную часть Карского моря и пролив Шокальского. Говорить о прохождении там „течения“ в настоящем смысле слова может быть еще и преждевременно, но, что там действительно имеются воды атлантические, на это есть прямые указания как в работах Фр. Нансена, так и Визе. Так по работам ледокола „Седов“ в 1929 г. на ст. 7 в море королевы Виктории к северу от Земли Франца Иосифа придонная температура (глуб. 150 м) была положительная (+ 0.18°) при высокой в 34.76‰ солености. Это — единственная станция с положительными температурами из всего разреза, проведенного из моря королевы Виктории в Баренцово море через Британский канал (Визе, 1933). На теплые атлантические воды в море королевы Виктории указывает и Нансен (промежуточный слой с положительными температурами на глубине от 200 до 800 м на ст. 24). Гидрологические станции экспедиции „Седов“ 1930 г. (ст. 3, 4, 16) обнаруживают теплые соленые воды с положительной температурой на глубинах от 150 до 300 м на склонах глубоких желобов северной части Карского моря. „Сибиряков“ в 1932 г. обнаруживает положительные придонные температуры у северной оконечности Северной Земли. Таким образом становится очень вероятным, что пути проникновения атлантических *Isopoda* и *Amphipoda* в Арктику проходят именно так, как это схематично изображено на прилагаемой карте, и связаны они с теми путями, по которым атлантические воды попадают в Карское море и дальше на восток. Конечно это еще схема, которая вероятно по мере накопления материалов и фактов будет изменяться, дополняться и т. д., но общее направление путей распространения атлантической фауны в Арктике в основном по всей вероятности правильно.

Зоологический институт
Академии Наук. Ленинград.

Поступило
5 XII 1933.

ZOOLOGY

THE CRUSTACEA OF THE KARA SEA AND THE WAYS OF THE PENETRATION OF MARINE ATLANTIC FAUNA INTO THE ARCTIS

By E. GURJANOVA

(*Communicated by S. Zernov, Member of the Academy, 5. XII. 1933*)

SUMMARY

Regarding the Crustacea of the Kara Sea we may draw the following conclusions.

I. There are seven different zoogeographical groups of Crustacea in the Kara Sea: 1) the common arctic circumpolar forms widely distributed over the arctic region; 2) the high-arctic circumpolar forms, which do not penetrate into the south-western subarctic part of the Barents Sea; 3) the endemics of the Kara Sea; 4) the subarctic forms of the Barents Sea; 5) the forms which are distributed only over the eastern part of the Arctis between Nova Zembla and the Bering Strait; 6) the forms of the deep polar basin, and 7) the true north-Atlantic boreal species.

II. The distribution of these 7 groups over the Kara Sea depends upon the distribution of depths and salinity and upon the origin of the group. The first three groups are widely and more or less uniformly distributed over the whole Kara Sea. The species of the fourth group have been found only about the northern point of Nova Zembla, along the deep trench of its eastern coast and in shallow water adjacent to Kara Port and Yugorsky Shar. These data point to the fact of the penetration of the Barents Sea forms into the Kara Sea through the straits between the islands of Nova Zembla and the continent (the shallow-water species) and around the northern point of this island (the deep-water forms).

The shallow-water region of the southern part of the Kara Sea, where the salinity is low, is inhabited by the eastern and even Pacific species. Evidently, the Nordenskjold Sea, with its low salinity and small depths, does not permit to the true marine eastern forms to go through it and selects only the more eurybiontic forms capable to survive the severe conditions of this sea. Therefore, we may regard the Nordenskjold Sea as a great selecting filter on the way of the eastern and Pacific forms to the west.

The forms of the deep polar basin have been found at the greatest depths of the northern part of the Kara Sea at the bottom of a great trench between Nova Zembla and Wiese's Island and in the Wilkitzky Strait too.

The distribution of the Atlantic species is of greater interest. They have been found on the slopes of both deep trenches of the northern region of the Kara Sea, in the Shokalsky Strait and in the longitudinal trench near the eastern coast of Nova Zembla. All these Atlantic forms are quite absent in the Barents Sea.

III. The geographical distribution of these Atlantic species over the Arctis demonstrates the way of the penetration of Atlantic fauna into the arctic region (see the map, p. 93). They pass into the Arctis along the slope of the continental shelf, not far from the Scandinavian coast, go to the

north, and reach the western coast of Spitzbergen. From there they go to the east around the northern coasts of Spitzbergen and of Franz-Josef Land, and reach the northern point of Severnaja Zemlja (Northern Land).

This part of the way of the Atlantic species also lies on the slope of the continental shelf. Three or perhaps four branches go out of this general way and, directing their way to the south, enter the northern part of the Kara Sea, descending down the Nova Zembla trench to the southern part of this sea and into the northern part of the Nordenskjold Sea along its eastern coast. From there they also enter the Shokalsky strait.

Zoological Institute of the
Academy of Sciences. Leningrad.

Received
5. XII. 1933.

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. K. Stephensen. The Danish Ingolf-Expedition, v. III, № 11, map 37, p. 204, 1931.

ПРИНИМАЕТСЯ ПОДПИСКА

НА

„ДОКЛАДЫ АКАДЕМИИ НАУК СССР“

(НОВАЯ СЕРИЯ)

с 1 января 1934 г. по 1 января 1935 г.

на год (36 выпусков) цена ..... **54 руб.**
на полгода (18 выпусков) цена .. **27 руб.**

«ДОКЛАДЫ» выходят ежедекадно (1, 11 и 21 каждого мес.)

ВЫПУСКАМИ В 3 ПЕЧАТНЫХ ЛИСТА

ЦЕНА ОТДЕЛЬНОГО ВЫПУСКА 1 руб. 50 коп.

КОМПЛЕКТЫ

ИЗДАНИЯ

„ДОКЛАДЫ АКАДЕМИИ НАУК СССР“

(НОВАЯ СЕРИЯ)

за 1933 год

Шесть выпусков — 20 печ. листов

Цена 9 руб.

Подписку и деньги направлять Сектору распространения Издательства Академии Наук Ленинград 1, В. О., Тучкова наб., 2, или сдавать доверенным, снабженным специальными удостоверениями.

Цена 1 руб. 50 коп.